

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局



(43) 国際公開日
2004 年 12 月 2 日 (02.12.2004)

PCT

(10) 国際公開番号
WO 2004/105106 A1

(51) 国際特許分類⁷: H01L 21/027, G03F 7/20

(21) 国際出願番号: PCT/JP2004/007415

(22) 国際出願日: 2004 年 5 月 24 日 (24.05.2004)

(25) 国際出願の言語: 日本語

(26) 国際公開の言語: 日本語

(30) 優先権データ:
特願2003-146424 2003 年 5 月 23 日 (23.05.2003) JP

(71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 株式会社
ニコン (NIKON CORPORATION) [JP/JP]; 〒1008331
東京都千代田区丸の内三丁目 2 番 3 号 Tokyo (JP).

(72) 発明者; および

(75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 長坂 博之 (NA-
GASAKA, Hiroyuki) [JP/JP]; 〒1008331 東京都千代田

区丸の内三丁目 2 番 3 号 株式会社ニコン内 Tokyo
(JP).

(74) 代理人: 川北 喜十郎 (KAWAKITA, Kijuro); 〒1600022
東京都新宿区新宿五丁目 1 番 1 5 号 新宿MMビル
Tokyo (JP).

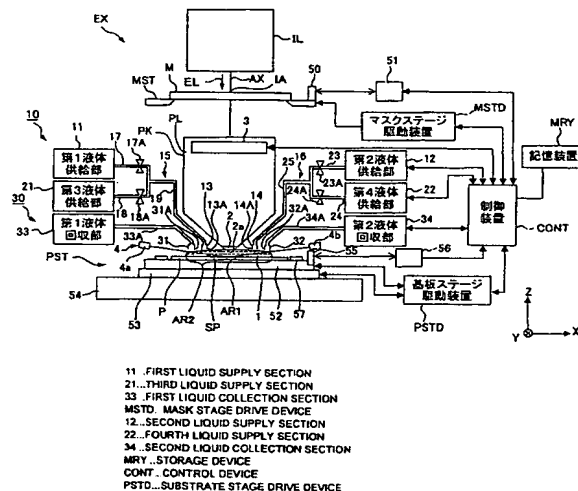
(81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が
可能): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR,
BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM,
DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU,
ID, IL, IN, IS, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT,
LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NI,
NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG,
SK, SL, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ,
VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

(84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可
能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD,

[続葉有]

(54) Title: EXPOSURE METHOD, EXPOSURE DEVICE, AND DEVICE MANUFACTURING METHOD

(54) 発明の名称: 露光方法及び露光装置並びにデバイス製造方法



(57) Abstract: When exposing a substrate by projecting a pattern image onto the substrate via a projection optical system (PL) and liquid (1), an exposure method includes a decision of an immersion condition performed to the substrate such as a liquid type according to a film member (SP) formed on the substrate surface in contact with the liquid. The liquid type is selected by switching between a first and a third liquid supply section (11, 21). It is possible to smoothly perform immersion exposure for the substrate (P) on which a different photo-resist layer is arranged.

(57) 要約: 露光方法は、投影光学系 PL と液体 1 とを介してパターンの像を基板上に投影することにより基板を露光する際、基板上の液体接触面に形成される膜部材 SP に応じて、基板に対して行われる液浸条件、例えば、液体種を決定することを含む。液体種は、第 1 及び第 3 液体供給部 11, 21 を切換えることで選定される。異なるフォトリソ層が設けられる基板 P に対して、液浸露光を円滑に行うことができる。



SI, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

— 国際調査報告書

2文字コード及び他の略語については、定期発行される各PCTガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイダンスノート」を参照。

明細書

露光方法及び露光装置並びにデバイス製造方法

技術分野

本発明は、投影光学系と液体とを介してパターンの像を基板上に投影することにより基板を露光する露光方法及び露光装置、並びにデバイス製造方法に関するものである。

背景技術

半導体デバイスや液晶表示デバイスは、マスク上に形成されたパターンを感光性の基板上に転写する、いわゆるフォトリソグラフィの手法により製造される。このフォトリソグラフィ工程で使用される露光装置は、マスクを支持するマスクステージと基板を支持する基板ステージとを有し、マスクステージ及び基板ステージを逐次移動しながらマスクのパターンを投影光学系を介して基板に転写するものである。近年、デバイスパターンのより一層の高集積化に対応するために投影光学系の更なる高解像度化が望まれている。投影光学系の解像度は、使用する露光波長が短くなるほど、また投影光学系の開口数が高いほど高くなる。そのため、露光装置で使用される露光波長は年々短波長化しており、投影光学系の開口数も増大している。そして、現在主流の露光波長は、KrFエキシマレーザの248nmであるが、更に短波長のArFエキシマレーザの193nmも実用化されつつある。また、露光を行う際には、解像度と同様に焦点深度(DOF)も重要となる。解像度R、及び焦点深度 δ はそれぞれ以下の式で表される。

$$R = k_1 \cdot \lambda / NA \quad \dots (1)$$

$$\delta = \pm k_2 \cdot \lambda / NA^2 \quad \dots (2)$$

ここで、 λ は露光波長、NAは投影光学系の開口数、 k_1 、 k_2 はプロセス係数である。(1)式、(2)式より、解像度Rを高めるために、露光波長 λ を短く

して、開口数 NA を大きくすると、焦点深度 δ が狭くなることが分かる。

焦点深度 δ が狭くなり過ぎると、投影光学系の像面に対して基板表面を合致させることが困難となり、露光動作時のマージンが不足する恐れがある。そこで、実質的に露光波長を短くして、且つ焦点深度を広くする方法として、例えば国際公開第 99/49504 号公報に開示されている液浸法が提案されている。この液浸法は、投影光学系の下面と基板表面との間を水や有機溶媒等の液体で満たし、液体中での露光光の波長が、空気中の $1/n$ (n は液体の屈折率で通常 1.2 ~ 1.6 程度) になることを利用して解像度を向上するとともに、焦点深度を約 n 倍に拡大するというものである。

ところで、露光対象である基板上に設けられるフォトレジスト層、あるいはその上層に設けられるトップコート層等の膜部材には通常種々の材料が用いられるが、液浸露光における液浸領域の液体との接触面となる前記膜部材の種類が変更された場合、液浸露光用の液体に対する親和性が変化する。液浸露光では、基板上に液体を供給する動作と基板上の液体を回収する動作とが行われるが、膜部材に対する液体の親和性が変化すると、液体回収動作や液体供給動作を円滑に行うことができなくなる可能性がある。この場合には、液浸露光装置の汎用性が著しく低下する。

発明の開示

本発明はこのような事情に鑑みてなされたものであって、異なる種類の膜部材が設けられた基板に対して液浸露光を円滑に行うことができる露光方法及び露光装置、並びにデバイス製造方法を提供することを目的とする。特に、本発明は基板上に形成される種々の膜部材に最適化した液浸条件の下で液浸露光を実現することができる露光方法及び露光装置並びにデバイス製造方法を提供することを目的とする。

上記の課題を解決するため、本発明は実施の形態に示す図1～図8に対応付けた以下の構成を採用している。但し、各要素に付した括弧付き符号はその要素の例示に過ぎず、各要素を限定するものではない。

本発明の第1の態様に従えば、液体(1)を介してパターンの像を基板(P)上に投影することにより基板(P)を露光する露光方法であって、基板(P)上の液体接触面に形成される膜部材(SP)に応じて、基板(P)の液浸条件を決定することと；決定した液浸条件で基板を露光することを含む露光方法が提供される。

本発明によれば、基板上の液体接触面に形成される膜部材、具体的にはフォトリソ層、あるいはこの上層に形成されるトップコート層に応じて、基板を液体を介して露光するときの液浸条件を決定する。異なる種類の膜部材が設けられた複数の基板を液浸露光するときに、それぞれ決定された最適な液浸条件で露光を行うことができる。本明細書において、「液浸条件」とは、基板を液体を介して露光するときに、基板上に液浸領域を形成するための条件を意味し、液体を基板上に供給する条件、基板上から液体を回収する条件、基板上に供給する液体の種類などを含む概念である。

本発明の第2の態様に従えば、液体を介してパターンの像を基板上に投影することにより前記基板を露光する露光装置であって、パターンの像を基板上に投影する投影光学系(PL)と；前記液体を供給する液体供給機構(10)とを備え；前記液体供給機構(10)は、前記基板(P)上の液体接触面に形成される膜部材(SP)に応じて供給する液体を変える露光装置(EX)が提供される。

本発明の露光装置によれば、基板上の液体接触面に形成される膜部材に応じて、液浸露光用の液体を変えることで、異なる種類の膜部材が設けられた複数の基板のそれぞれに対して良好な液浸条件のもとで液浸露光を行うことができる。

本発明の第 3 の態様に従えば、液体（１）を介してパターンの像を基板（Ｐ）上に投影することにより前記基板を露光する露光装置であって、パターンの像を基板上に投影する投影光学系（ＰＬ）と；前記基板上の液体接触面に形成される膜部材（ＳＰ）と前記液体との親和性を計測する計測装置（７０）と；を備える露光装置（ＥＸ）が提供される。

本発明によれば、基板上の液体接触面に形成される膜部材と液浸露光用の液体との親和性を計測する計測装置を設けたことにより、この計測結果に基づいて、最適な液浸条件を決定することができる。したがって、異なる種類の膜部材が設けられた複数の基板のそれぞれについて液浸露光する場合にも、良好な液浸条件のもとで各基板を円滑に露光処理できる。

本発明の第 4 の態様に従えば、液体（１）を介してパターンの像を基板（Ｐ）上に投影することにより前記基板を露光する露光装置であって、パターンの像を基板上に投影する投影光学系（ＰＬ）と；前記液体との親和性と、その親和性に対応する液浸条件との関係を複数記憶する記憶装置（ＭＲＹ）とを備え；前記基板上の液体接触面に形成される膜部材（ＳＰ）に応じて、前記記憶装置から液浸条件が選択される露光装置（ＥＸ）が提供される。

本発明によれば、液体と膜部材との親和性と、それに対応する液浸条件との関係を予め記憶装置に記憶しておくことで、露光対象の膜部材に関する情報に応じて、最適な液浸条件を選択し決定することができる。したがって、異なる種類の膜部材が設けられた複数の基板のそれぞれについて液浸露光する場合にも、良好な液浸条件のもとで各基板を円滑に露光処理できる。

本発明の第 5 態様に従えば、液体（１）を介してパターンの像を基板（Ｐ）上に投影することにより前記基板を露光する露光装置であって、パターンの像を基板上に投影する投影光学系（ＰＬ）と；前記基板上の液体接触面に形成可能な種々の膜部材（ＳＰ）とそれぞれの膜部材に適した液浸条件の関係を記憶する記憶装

置(MRY)と;を含む露光装置(EX)が提供される。この露光装置によれば、記憶装置が膜部材とそれぞれの膜部材に最適化された液浸条件を記憶しているので、膜部材が決定されると記憶装置から瞬時に最適な液浸条件、例えば、液体を基板上に供給する条件、基板上から液体を回収する条件及び基板上に供給する液体の種類などを選び出すことができる。従って、液浸露光の際に、露光対象物の変更や膜部材の変更があっても、迅速に且つ最適な液浸条件で対処することができる。露光装置は、さらに、液浸露光に用いられる膜部材に応じて前記記憶装置から液浸条件を選択して液浸条件を設定する制御装置(CONT)を備えてよく、これにより、最適な液浸露光を自動化して行うことができる。

本発明の第6の態様によれば、液体(1)を介してパターンの像を基板(P)上に投影することにより基板(P)を露光する露光装置であって、パターンの像を基板(P)上に投影する投影光学系(PL)と、液体(1)を供給するための供給口(13A, 14A)を有する液体供給機構(10)を備え、供給口(13A, 14A)の大きさ及び形状の少なくとも一方は変更可能である露光装置(EX)が提供される。この露光装置によれば、供給口の大きさ、形状の少なくとも一方が変更可能なので、例えば、液浸露光の際に、露光対象物の変更や膜部材の変更があっても、迅速に且つ最適な液浸条件で対処することができる。

本発明の第7の態様によれば、液体(1)を介してパターンの像を基板(P)上に投影することにより基板(P)を露光する露光装置であって、パターンの像を基板(P)上に投影する投影光学系(PL)と、液体(1)を回収するための回収口(31A, 32A)を有する液体回収機構(30)を備え、回収口(31A, 32A)の大きさ及び形状の少なくとも一方は変更可能である露光装置(EX)が提供される。この露光装置によれば、回収口の大きさ及び形状の少なくとも一方が変更可能なので、例えば、液浸露光の際に、露光対象物の変更や膜部材の変更があっても、迅速に且つ最適な液浸条件で対処することができる。

本発明の第8態様に従えば、上記態様の露光方法を用いることを特徴とするデ

バイス製造方法が提供される。また、本発明の第9態様に従えば、上記態様の露光装置（EX）を用いることを特徴とするデバイス製造方法が提供される。本発明によれば、様々な種類の基板に対して良好な液浸条件のもとで高いパターン転写精度でパターンを転写でき、所望の性能を発揮できるデバイスを提供できる。

図面の簡単な説明

図1は、本発明の露光装置の一実施形態を示す概略構成図である。

図2は、本発明の実施形態における液体供給機構及び液体回収機構の配置例を示す平面図である。

図3（a）～（d）は、供給部材及び回収部材の一実施形態を示す断面図である。

図4（a）及び（b）は、液体供給位置及び液体回収位置が変化する様子を説明するための模式図である。

図5は、本発明の実施形態における制御系の一例を示すブロック図である。

図6（a）及び（b）は、計測装置の一実施形態を示す概略構成図である。

図7（a）及び（b）は、供給部材及び回収部材の一実施形態を示す断面図である。

図8は、本発明の実施形態における半導体デバイスの製造工程の一例を示すフローチャート図である。

発明を実施するための最良の形態

以下、本発明の露光装置について、図面を参照しながら説明するが、本発明はこれに限定されない。

図1は本発明の露光装置の一実施形態を示す概略構成図である。図1において、露光装置EXは、マスク（レチクル）Mを支持するマスクステージMSTと、基板Pを支持する基板ステージPSTと、マスクステージMSTに支持されている

マスクMを露光光ELで照明する照明光学系ILと、露光光ELで照明されたマスクMのパターンの像を基板ステージPSTに支持されている基板Pに投影露光する投影光学系PLと、露光装置EX全体の動作を統括制御する制御装置CONTと、制御装置CONTに接続され、露光動作に関する各種情報を記憶した記憶装置MR Yとを備えている。

本実施形態の露光装置EXは、露光波長を実質的に短くして解像度を向上するとともに焦点深度を実質的に広くするために液浸法を適用した液浸露光装置であって、基板P上に液体1を供給する液体供給機構10と、基板P上の液体1を回収する液体回収機構30とを備えている。露光装置EXは、少なくともマスクMのパターン像を基板P上に転写している間、液体供給機構10から供給した液体1により投影光学系PLの投影領域AR1を含む基板P上の少なくとも一部に液浸領域AR2を形成する。具体的には、露光装置EXは、投影光学系PLの先端部の光学素子2と基板Pの表面（露光面）との間に液体1を満たし、この投影光学系PLと基板Pとの間の液体1及び投影光学系PLを介してマスクMのパターン像を基板P上に投影し、基板Pを露光する。

ここで、本実施形態では、露光装置EXとしてマスクMと基板Pとを走査方向（所定方向）における互いに異なる向き（逆方向）に同期移動しつつマスクMに形成されたパターンを基板Pに露光する走査型露光装置（所謂スキャニングステッパ）を使用する場合を例にして説明する。以下の説明において、水平面内においてマスクMと基板Pとの同期移動方向（走査方向、所定方向）をX軸方向、水平面内においてX軸方向と直交する方向をY軸方向（非走査方向）、X軸及びY軸方向に垂直で投影光学系PLの光軸AXと一致する方向をZ軸方向とする。また、X軸、Y軸、及びZ軸まわり方向をそれぞれ、 θX 、 θY 、及び θZ 方向とする。

基板Pは、デバイスの基材（半導体ウエハやガラス基板）上にフォトレジスト層、あるいはこのフォトレジスト層の上層に設けられるトップコート層（保護層）

からなる膜部材 S P が設けられている。したがって、基板 P 上の最上層に設けられた膜部材 S P は、液浸露光時において液体 1 に接触する液体接触面を形成する。フォトリソ層としては、例えば、東京応化工業株式会社製 P6111 が用いられ、トップコート層として、例えば、東京応化工業株式会社製 TSP-3A が用いられる。これらの膜部材の材料特性、特に、用いる液体との濡れ性または接触角に応じて、液浸条件が決定される。

照明光学系 I L は、マスクステージ M S T に支持されているマスク M を露光光 E L で照明するものであり、露光用光源、露光用光源から射出された光束の照度を均一化するオプティカルインテグレータ、オプティカルインテグレータからの露光光 E L を集光するコンデンサレンズ、リレーレンズ系、露光光 E L によるマスク M 上の照明領域 I A をスリット状に設定する可変視野絞り等を有している。マスク M 上の所定の照明領域 I A は照明光学系 I L により均一な照度分布の露光光 E L で照明される。照明光学系 I L から射出される露光光 E L としては、例えば水銀ランプから射出される紫外域の輝線（g 線、h 線、i 線）及び Kr F エキシマレーザ光（波長 248 nm）等の遠紫外光（D U V 光）や、Ar F エキシマレーザ光（波長 193 nm）及び F₂ レーザ光（波長 157 nm）等の真空紫外光（V U V 光）等が用いられる。本実施形態では、Ar F エキシマレーザ光を用いた。

マスクステージ M S T は、マスク M を支持するものであって、投影光学系 P L の光軸 A X に垂直な平面内、即ち X Y 平面内で 2 次元移動可能及び θ Z 方向に微小回転可能である。マスクステージ M S T は、リニアモータ等のマスクステージ駆動装置 M S T D により駆動される。マスクステージ駆動装置 M S T D は、制御装置 C O N T により制御される。マスクステージ M S T 上には移動鏡 50 が設けられている。また、移動鏡 50 に対向する位置にはレーザ干渉計 51 が設けられている。マスクステージ M S T 上のマスク M の 2 次元方向の位置、及び回転角はレーザ干渉計 51 によりリアルタイムで計測され、その計測結果は制御装置 C O N T に出力される。制御装置 C O N T は、レーザ干渉計 51 の計測結果に基づい

てマスクステージ駆動装置MSTDを駆動することにより、マスクステージMSTに支持されているマスクMの位置決めを行う。

投影光学系PLは、マスクMのパターンを所定の投影倍率 β で基板Pに投影露光するものであって、基板P側の先端部に設けられた光学素子（レンズ）2を含む複数の光学素子で構成されており、これらの光学素子は鏡筒PKで支持されている。また、投影光学系PLには、この投影光学系PLの結像特性（光学特性）を調整可能な結像特性制御装置3が設けられている。結像特性制御装置3は、投影光学系PLを構成する複数の光学素子の一部を移動可能な光学素子駆動機構、及び鏡筒PK内の複数の光学素子間のうちの特定の空間の圧力を調整する圧力調整機構を含んで構成されている。光学素子駆動機構は、投影光学系PLを構成する複数の光学素子のうちの特定の光学素子を光軸AX方向に移動したり、光軸AXに対して傾斜する。結像特性制御装置3は制御装置CONTにより制御される。制御装置CONTは結像特性制御装置3を介して、投影光学系PLの投影倍率や像面位置を調整可能である。

本実施形態において、投影光学系PLは、投影倍率 β が例えば1/4あるいは1/5の縮小系である。なお、投影光学系PLは等倍系及び拡大系のいずれでもよい。また、本実施形態の投影光学系PLの先端部の光学素子2は鏡筒PKに対して着脱（交換）可能に設けられている。また、先端部の光学素子2は鏡筒PKより露出しており、液浸領域AR2の液体1は光学素子2に接触する。これにより、金属からなる鏡筒PKの腐蝕等を防止できる。

また、露光装置EXは、フォーカス検出系4を有している。フォーカス検出系4は、発光部4aと受光部4bとを有し、発光部4aから液体1を介して基板P表面（露光面）に斜め方向から検出光を投射し、その反射光を受光部4bで受光する。制御装置CONTは、フォーカス検出系4の動作を制御するとともに、受光部4bの受光結果に基づいて、所定基準面に対する基板P表面のZ軸方向における位置（フォーカス位置）を検出する。また、フォーカス検出系4によって基

板 P 表面における複数の各点での各フォーカス位置を求めることにより、基板 P の傾斜方向の姿勢を求めることもできる。

基板ステージ P S T は、基板 P を支持するものであって、基板 P を基板ホルダを介して保持する Z ステージ 5 2 と、Z ステージ 5 2 を支持する X Y ステージ 5 3 と、X Y ステージ 5 3 を支持するベース 5 4 とを備えている。基板ステージ P S T はリニアモータ等の基板ステージ駆動装置 P S T D により駆動される。基板ステージ駆動装置 P S T D は制御装置 C O N T により制御される。なお、Z ステージと X Y ステージとを一体的に設けてよいことは言うまでもない。基板ステージ P S T の X Y ステージ 5 3 を駆動することにより、基板 P の X Y 方向における位置（投影光学系 P L の像面と実質的に平行な方向の位置）が制御される。

基板ステージ P S T（Z ステージ 5 2）上には、基板ステージ P S T とともに投影光学系 P L に対して移動する移動鏡 5 5 が設けられている。また、移動鏡 5 5 に対向する位置にはレーザ干渉計 5 6 が設けられている。基板ステージ P S T 上の基板 P の 2 次元方向の位置、及び回転角はレーザ干渉計 5 6 によりリアルタイムで計測され、その計測結果は制御装置 C O N T に出力される。制御装置 C O N T は、レーザ干渉計 5 6 の計測結果に基づいて基板ステージ駆動装置 P S T D を介して X Y ステージ 5 3 を駆動することで基板ステージ P S T に支持されている基板 P の X 軸方向及び Y 軸方向における位置決めを行う。

また、制御装置 C O N T は基板ステージ駆動装置 P S T D を介して基板ステージ P S T の Z ステージ 5 2 を駆動することにより、Z ステージ 5 2 に保持されている基板 P の Z 軸方向における位置（フォーカス位置）、及び θX 、 θY 方向における位置を制御する。即ち、Z ステージ 5 2 は、フォーカス検出系 4 の検出結果に基づく制御装置 C O N T からの指令に基づいて動作し、基板 P のフォーカス位置（Z 位置）及び傾斜角を制御して基板 P の表面（露光面）を投影光学系 P L 及び液体 1 を介して形成される像面に一致させる。

基板ステージ P S T (Zステージ 52) 上には、基板 P を囲むように、表面が平坦な補助プレート 57 が設けられている。補助プレート 57 は、その表面が基板ホルダに保持された基板 P の表面と略同じ高さとなるように設けられている。ここで、基板 P のエッジと補助プレート 57 との間には 1 ~ 2 mm 程度の隙間があるが、液体 1 の表面張力によりその隙間に液体 1 が流れ込むことは殆どなく、基板 P の周縁近傍を露光する場合にも、補助プレート 57 により投影光学系 P L の下に液体 1 を保持することができる。

液体供給機構 10 は、基板 P 上に液浸露光用の液体 1 を供給するものであって複数種の液体 1 を供給可能である。本実施形態では、液体供給機構 10 は第 1 の液体である純水と第 2 の液体であるフッ素系オイル (フッ素系流体) の 2 種類の液体 1 を供給可能である。液体供給機構 10 は、第 1 の液体 (純水) を送出可能な第 1 液体供給部 11 及び第 2 液体供給部 12 と、第 2 の液体 (フッ素系オイル) を送出可能な第 3 液体供給部 21 及び第 4 液体供給部 22 と、第 1 液体供給部 11 及び第 3 液体供給部 21 に接続され、第 1 の液体 (純水) 及び第 2 の液体 (フッ素系オイル) のうちいずれか一方を選択し、この選択した液体 1 を基板 P 上に供給する第 1 配管系 15 と、第 2 液体供給部 12 及び第 4 液体供給部 22 に接続され、第 1 の液体 (純水) 及び第 2 の液体 (フッ素系オイル) のうちいずれか一方を選択し、この選択した液体 1 を基板 P 上に供給する第 2 配管系 16 とを有している。

図 2 は、液体供給機構 10 及び液体回収機構 30 の概略構成を示す平面図である。図 1 及び図 2 に示すように、第 1 配管系 15 は、第 1 液体供給部 11 及び第 3 液体供給部 21 のいずれか一方から送出された液体 1 を流通する供給管 19 を備えている。この供給管 19 の一端部は、管 17、18 を介してそれぞれ第 1 液体供給部 11 及び第 3 液体供給部 21 に接続されている。一方、供給管 19 の他端部は、複数の分岐管 13 B を介して複数の第 1 供給部材 13 にそれぞれ接続されている。複数の第 1 供給部材 13 は Y 軸方向に並んで配置されており、その供給口 13 A は基板 P の表面に向けて近接して配置されている。本実施形態におい

て、第1供給部材13は5つ並んで配置されている。また、これら第1供給部材13は、Y軸方向（非走査方向）を長手方向とするスリット状（矩形状）に設定された投影光学系PLの投影領域AR1に対して走査方向一方側（-X側）に設けられている。

管17、18には弁17A、18Aがそれぞれ設けられている。弁17A、18Aの動作は、制御装置CONTに制御される。制御装置CONTは、弁17A、18Aを用いて管17を開放するとともに管18を閉塞し、第1液体供給部11を駆動することにより、第1液体供給部11から第1の液体（純水）を管17、供給管19及び第1供給部材13を介して供給口13Aより基板P上に供給する。一方、制御装置CONTは、弁17A、18Aを用いて管18を開放するとともに管17を閉塞し、第3液体供給部21を駆動することにより、第3液体供給部21から第2の液体（フッ素系オイル）を管18、供給管19及び第1供給部材13を介して供給口13Aより基板P上に供給する。

第2配管系16は、第2液体供給部12及び第4液体供給部22のいずれか一方から送出された液体1を流通する供給管25を備えており、この供給管25の一端部は、管23、24を介してそれぞれ第2液体供給部12及び第4液体供給部22に接続されている。一方、供給管25の他端部は、複数の分岐管14Bを介して複数の第2供給部材14にそれぞれ接続されている。複数の第2供給部材14はY軸方向に並んで配置されており、その供給口14Aは基板Pの表面に近接して配置されている。第2供給部材14は、第1供給部材13同様、5つ並んで配置されている。また、これら第2供給部材14は投影領域AR1に対して走査方向他方側（+X側）に設けられている。

管23、24には弁23A、24Aがそれぞれ設けられている。弁23A、24Aの動作は、制御装置CONTに制御される。制御装置CONTは、弁23A、24Aを用いて管23を開放するとともに管24を閉塞し、第2液体供給部12を駆動することにより、第2液体供給部12から第1の液体（純水）を管23、

供給管 2 5 及び第 2 供給部材 1 4 を介して供給口 1 4 A より基板 P 上に供給する。一方、制御装置 CONT は、弁 2 3 A、2 4 A を用いて管 2 4 を開放するとともに管 2 3 を閉塞し、第 4 液体供給部 2 2 を駆動することにより、第 4 液体供給部 2 2 から第 2 の液体（フッ素系オイル）を管 2 4、供給管 2 5 及び第 2 供給部材 1 4 を介して供給口 1 4 A より基板 P 上に供給する。

上記第 1 ～第 4 の各液体供給部 1 1、1 2、2 1、2 2 は、それぞれ液体 1 を收容するタンク及び加圧ポンプ等を備えている。これらの各液体供給部 1 1、1 2、2 1、2 2 の液体供給動作は、制御装置 CONT により制御される。制御装置 CONT は、各液体供給部 1 1、1 2、2 1、2 2 による基板 P 上に対する単位時間当たりの液体供給量をそれぞれ独立して制御可能である。また、各液体供給部 1 1、1 2、2 1、2 2 はそれぞれ液体の温度調整機構を有しており、装置が收容されるチャンバ内の温度と略同じ 23℃の液体 1 を基板 P 上に供給することができる。

このように、液体供給機構 1 0 は、配管系 1 5、1 6 を用いて複数種（ここでは 2 種）の液浸露光用の液体 1 を選択的に使用するための液体供給動作を行う。図 2 に示すように、液体 1 が満たされた液浸領域 AR 2 は、投影領域 AR 1 を含むように基板 P 上の一部に形成される。液体供給機構 1 0 は、複数の第 1、第 2 供給部材 1 3、1 4 の供給口 1 3 A、1 4 A のそれぞれより、投影領域 AR 1 の両側から液体 1 を同時に供給する。

以下、液体供給機構 1 0 が液浸露光用の液体 1 として純水を供給する場合について説明する。純水は、露光光 EL が Ar F エキシマレーザ光であっても透過可能である。また、純水は紫外域の輝線（g 線、h 線、i 線）及び Kr F エキシマレーザ光（波長 248 nm）等の遠紫外光（DUV 光）も透過可能である。また、投影光学系 PL の先端の光学素子 2 は蛍石で形成されている。蛍石は純水との親和性が高いので、光学素子 2 の液体接触面 2 a の略全面に液体 1 を密着させることができる。本実施形態においては、光学素子 2 の液体接触面 2 a との親和性が

高い液体（純水）１を供給しているので、光学素子２の液体接触面２aと液体１との密着性が高く、水との親和性が高い石英を用いてもよい。また、光学素子２の液体接触面２aに親水化（親液化）処理を施して、液体１との親和性をより一層高めるようにしてもよい。

液体回収機構３０は、基板Ｐ上の液体１を回収する。液体回収機構３０は、基板Ｐの表面に近接して配置された回収口３１A、３２Aを有する複数の第１、第２回収部材３１、３２と、この第１及び第２回収部材３１、３２にそれぞれ回収管３３A、３４Aを介して接続された第１、第２液体回収部３３、３４とを備えている。回収管３３Aは複数の第１回収部材３１にそれぞれ接続されており、回収管３４Aも複数の第２回収部材３２にそれぞれ接続されているが、図２ではその図示を一部省略している。複数の第１回収部材３１は、投影領域AR１の－X側に略円弧状に配置されており、その回収口３１Aは基板Ｐの表面に向くように配置されている。また、複数の第２回収部材３２は、投影領域AR２の＋X側に略円弧状に配置されており、その回収口３２Aは基板Ｐの表面に向くように配置されている。これら複数の第１及び第２回収部材３１、３２は、液体供給機構１０の第１及び第２供給部材１３、１４及び投影領域AR１を取り囲むように配置されている。

第１及び第２液体回収部３３、３４は、例えば真空ポンプ等の吸引装置及び回収した液体１を収容するタンク等を備えており、基板Ｐ上の液体１を第１及び第２回収部材３１、３２並びに回収管３３A、３４Aを介して回収する。第１及び第２液体回収部３３、３４の液体回収動作は、制御装置CONTにより制御される。制御装置CONTは、第１及び第２液体回収部３３、３４による単位時間当たりの液体回収量（回収力）を制御可能である。第１及び第２供給部材１３、１４の供給口から基板Ｐ上に供給された液体１は、投影光学系PLの先端部（光学素子２）の下端面と基板Ｐとの間に濡れ拡がるように供給される。また、投影領域AR１に対して第１及び第２供給部材１３、１４の外側に流出した液体１は、この第１、第２供給部材１３、１４より投影領域AR１に対して外側に配置され

ている第1及び第2回収部材31、32の回収口より回収される。

図3は、第1供給部材13の拡大断面図である。図3(a)において、第1供給部材13は、本体部材40と、本体部材40の下方において本体部材40に対してX方向にスライド可能なスライド部材41と、スライド部材41の下端部である供給口13Aに設けられ、スライド部材41に対してX方向にスライドすることにより供給口13Aの大きさを変更可能なシャッタ部材42とを備えている。スライド部材41及びシャッタ部材42は、不図示の駆動装置によりスライド移動される。図3(b)に示すように、スライド部材41が本体部材40に対して+X方向に移動することにより、供給口13Aの位置が+X側に移動する。また、図3(c)に示すように、スライド部材41が本体部材40に対して-X方向に移動することにより、供給口13Aの位置が-X側に移動する。さらに、図3(d)に示すように、シャッタ部材42が供給口13Aの内側に向かって移動することにより、供給口13Aが小さくなる。

また、第2供給部材14、第1回収部材31及び第2回収部材32は、それぞれ第1供給部材13と同等の構成を有している。したがって、第2供給部材14は供給口14Aの位置及び大きさを変更可能である。なお、供給口13A、14Aは、位置及び大きさの一方だけを変更可能であってもよい。同様に、第1及び第2回収部材31、32はそれぞれ回収口31A、32Aの位置及び大きさを変更可能である。回収口31A、32Aについても、その位置及び大きさの一方だけを変更可能であってもよい。

図4は、第1及び第2供給部材13、14の液体供給位置、並びに、第1及び第2回収部材31、32の液体回収位置が変更される様子を示す模式図である。制御装置CONTは、第1及び第2供給部材13、14の駆動装置、並びに、第1及び第2回収部材31、32の駆動装置を駆動することにより、図4(a)に示すように、第1及び第2供給部材13、14による液体供給位置を投影光学系PLの投影領域AR1に近づけることができるとともに、第1及び第2回収部材

31、32による液体回収位置を投影領域AR1から離すことができる。また、図4(b)に示すように、制御装置CONTは、第1及び第2供給部材13、14の駆動装置、並びに、第1及び第2回収部材31、32の駆動装置を駆動することにより、第1及び第2供給部材13、14による液体供給位置を投影領域AR1から離すことができるとともに、第1及び第2回収部材31、32による液体回収位置を投影領域AR1に近づけることができる。また、第1及び第2供給部材13、14による液体供給位置、並びに、第1及び第2回収部材31、32による液体回収位置は、それぞれ独立して調整可能である。

次に、上述した露光装置EXを用いて、マスクMのパターンの像を投影光学系PLと液浸領域AR2の液体1とを介して基板P上に投影露光する方法について説明する。

ここで、本実施形態における露光装置EXは、マスクMと基板PとをX軸方向（走査方向）に移動しながらマスクMのパターン像を基板Pに投影露光するものである。この露光装置EXでは、投影光学系PLの先端部直下のスリット状（矩形状）の投影領域AR1に、照明領域IAに応じたマスクMの一部のパターン像が投影されるとともに、投影光学系PLに対して、マスクMが-X方向（又は+X方向）に速度Vで移動するのに同期して、XYステージ53を介して基板Pが+X方向（又は-X方向）に速度 $\beta \cdot V$ （ β は投影倍率）で移動することにより、走査露光が行われる。また、基板P上には複数のショット領域が設定されており、1つのショット領域への露光終了後に、基板Pのステッピング移動によって次のショット領域が走査開始位置に移動する。以下、ステップ・アンド・スキャン方式で基板Pを移動しながら各ショット領域SAに対する走査露光処理が順次行われる。

また、図5のブロック図に示すように、記憶装置MRYには、液浸露光を行うための液浸条件に関する情報が記憶されている（液浸条件データベース）。具体的には、記憶装置MRYは、液浸露光時において基板P上の液体1に接触する液

体接触面に形成されている膜部材 S P と液体 1 との親和性と、その親和性に対応する液浸条件との関係が複数マップデータとして記憶されている。ここで、膜部材 S P と液体 1 との親和性に関する情報は、膜部材 S P に対する液体 1 の接触角情報を含む。さらに、記憶装置 M R Y には、液体 1 の材料特性（例えば、揮発性や粘性、密度、表面張力等）に応じた液浸露光条件が予め記憶されている。なお、後述するように、種々の膜部材 S P とそれらの膜部材 S P に好適な液体種を予め調査しておき、膜部材 S P とその膜部材に好適な液体種の組み合わせ並びにその組み合わせに最適な液浸条件を記憶装置 M R Y に保存しておいてもよい。

液浸露光処理を行うに際し、露光処理されるべき基板 P の膜部材情報が、制御装置 C O N T に接続されている入力装置 6 0 を介して制御装置 C O N T に入力される。入力される膜部材情報には、膜部材 S P と液体 1 との接触角に関する情報が含まれている。制御装置 C O N T は、入力された膜部材情報（接触角に関する情報）に応じて、記憶装置 M R Y に予め記憶されている膜部材 S P と液体 1 との親和性（接触角）とその親和性（接触角）に対応する液浸条件との関係（マップデータ）を参照し、露光処理されるべき基板 P に対する最適な液浸条件を選択し、決定する。

ここで、液浸条件は、液浸露光用の液体 1 の基板 P 上への供給条件を含む。また、液体 1 の供給条件は、基板 P 上に対する液体供給位置に関する条件及び単位時間当たりの液体供給量に関する条件の少なくとも一方を含む。

さらに、液浸条件は、液浸露光用の液体 1 の基板 P 上からの回収条件を含む。また、液体 1 の回収条件は、基板 P 上での液体回収位置に関する条件及び単位時間当たりの液体回収量（液体回収力）に関する条件の少なくとも一方を含む。

例えば、制御装置 C O N T は、膜部材 S P に対する液体 1 の接触角に応じて、液体供給機構 1 0 の液体供給量及び液体回収機構 3 0 の液体回収量を調整する。

具体的には、膜部材 S P に対する液体 1 の接触角が大きい場合、膜部材 S P は液体 1 に対して撥液性（撥水性）を有していることになるので、基板 P（膜部材 S P）上に液体 1 を供給した際、この液体 1 は過剰に濡れ拡がらない。このような膜部材 S P に対して液体 1 を供給する場合は、液体供給機構 1 0 は、例えば、単位時間当たりの液体供給量を多くする。こうすることで、基板 P（膜部材 S P）表面に対して液体 1 を良好に濡れ拡がらせることができ、液浸領域 A R 2 を円滑に形成できる。また、膜部材 S P が撥液性を有する場合、走査露光のために基板 P を走査移動すると、液体 1 が基板 P（膜部材 S P）に対して剥離しやすくなるが、液体供給量を多くすることで、液体 1 の剥離の発生を抑えることができる。

さらに、膜部材 S P が液体 1 に対して撥液性（撥水性）である場合、液体 1 は過剰に濡れ拡がらないので、液体回収機構 3 0 は基板 P（膜部材 S P）上の液体 1 を比較的回収しやすい。したがって、液体回収機構 3 0 は、液体回収力（液体回収部の駆動力）、即ち、単位時間当たりの液体回収量を低減しても液体 1 を円滑に回収できる。従って、液体回収部の駆動に起因する振動の発生を抑制することができる。

一方、膜部材 S P に対する液体 1 の接触角が小さい場合、膜部材 S P は液体 1 に対して親液性（親水性）を有していることになるので、基板 P（膜部材 S P）上に液体 1 を供給した際、液体 1 は濡れ拡がりやすい。従って、この膜部材 S P に対して液体 1 を供給する場合、液体供給機構 1 0 は、例えば単位時間当たりの液体供給量を少なくしても、基板 P（膜部材 S P）表面に対して液体 1 を良好に濡れ拡がらせることができ、液浸領域 A R 2 を円滑に形成できる。また、液体 1 の液体供給量を低減できるので、液体 1 の浪費を抑え、液体供給部の駆動に起因する振動の発生を抑制することができる。

また、膜部材 S P が液体 1 に対して親液性（親水性）である場合、液体 1 は基板 P（膜部材 S P）上で濡れ拡がりやすいので、液体回収機構 3 0 によって基板 P（膜部材 S P）上の液体 1 を回収しづらくなる可能性がある。従って、液体回

収機構 30 は液体回収力（液体回収部の駆動力）、即ち、単位時間当たりの液体回収量を多くする。こうすることで、液体回収機構 30 は液体 1 を円滑に回収できる。

また、制御装置 CONT は、膜部材 SP に対する液体 1 の接触角に応じて、液体供給機構 10 の液体供給位置及び液体回収機構 30 の液体回収位置を調整することができる。

例えば、膜部材 SP に対する液体 1 の接触角が大きい場合には、膜部材 SP は液体 1 に対して撥液性（撥水性）を有していることになるので、基板 P（膜部材 SP）上に液体 1 を供給した際、液体 1 は濡れ拡がりにくく、走査露光するために液体 1 に対して基板 P を移動する際、基板 P（膜部材 SP）に対して液体 1 が剥離しやすくなる可能性がある。液体供給機構 10 による液体供給位置を投影光学系 PL の投影領域 AR1 より離れた位置に、即ち、液体供給位置の投影光学系 PL の投影領域 AR1 に対する距離を長くして、液浸領域 AR2 を大きく形成することにより、基板 P を走査移動した際に液体 1 の剥離の発生を抑えることができる。液体供給位置の調整は、図 3 を参照して説明したように、供給部材 13、14 の本体部材 40 に対してスライド部材 41 をスライドさせればよい。

また、液体 1 が膜部材 SP に対して撥液性（撥水性）である場合、過剰に濡れ拡がらないので、上述したように、液体回収機構 30 は基板 P（膜部材 SP）上の液体 1 を比較的回収しやすい。したがって、液体回収機構 30 は液体回収位置を投影光学系 PL の投影領域 AR1 に近い位置にしても、即ち、液体回収位置の投影光学系 PL の投影領域 AR1 に対する距離を短くしても、液体 1 を円滑に回収できる。従って、液体回収機構 30 が占有するスペースを少なくすることができる。

一方、膜部材 SP に対する液体 1 の接触角が小さい場合、膜部材 SP は液体 1 に対して親液性（親水性）を有していることになるので、基板 P（膜部材 SP）

上に液体 1 を供給した際、液体 1 は濡れ拡がりやすい。したがって、このような膜部材 S P に対して液体 1 を供給する場合には、液体供給機構 1 0 による液体供給位置を投影光学系 P L の投影領域 A R 1 に近い位置にする、即ち、液体供給位置の投影光学系 P L の投影領域 A R 1 に対する距離を短くすることにより、液体 1 の外側への漏洩を抑えることができる。

また、液体 1 が膜部材 S P に対して親液性（親水性）である場合、液体 1 は基板 P（膜部材 S P）上で濡れ拡がりやすいので、液体回収機構 3 0 によって基板 P（膜部材 S P）上の液体 1 を回収しづらくなる可能性がある。液体回収機構 3 0 による液体回収位置を投影光学系 P L の投影領域 A R 1 より離れた位置にする、即ち、液体回収位置の投影光学系 P L の投影領域 A R 1 に対する距離を長くすることにより、液体回収機構 3 0 は液体 1 を円滑に回収できる。つまり、液体 1 が濡れ拡がりやすい場合には、液体供給位置に対して離れた位置で液体回収することで、供給された液体 1 の流れの勢いが低減された状態で回収することができる。よって、膜部材 S P に対して親液性を有する液体 1 を回収する際には、液体供給位置と離れた位置、即ち、投影領域 A R 1 と離れた位置に液体回収位置を設定することが好ましい。

また、制御装置 C O N T は、膜部材 S P に対する液体 1 の接触角に応じて、液体供給機構 1 0 の液体供給口 1 3 A、1 4 A の大きさ及び液体回収機構 3 0 の液体回収口の大きさ 3 1 A、3 2 A を調整することができる。

例えば、膜部材 S P に対する液体 1 の接触角が大きい場合には、膜部材 S P は液体 1 に対して撥液性（撥水性）を有していることになるので、基板 P に対して液体 1 は剥離しやすい。この場合、液体供給口 1 3 A、1 4 A を小さくすることにより、基板 P 上に供給される液体 1 の流れの勢いが増すため、剥離を抑えることができる。液体供給口の大きさの調整は、図 3 を参照して説明したように、供給部材 1 3、1 4 のシャッタ部材 4 2 を移動すればよい。

また、液体 1 が膜部材 S P に対して撥液性（撥水性）である場合、上述したように、液体回収機構 3 0 によって基板 P（膜部材 S P）上の液体 1 を比較的回収しやすい。この場合、液体回収機構 3 0 の液体回収口 3 1 A、3 2 A を小さくすることができる。液体回収口 3 1 A、3 2 A を小さくすることにより、液体 1 を回収する際に、空気を噛み込みにくくなるので、液体回収機構 3 0 は基板 P 上の液体 1 を円滑に回収することができる。

一方、膜部材 S P に対する液体 1 の接触角が小さい場合、膜部材 S P は液体 1 に対して親液性（親水性）を有していることになるので、液体供給口 1 3 A、1 4 A を大きくして液体 1 を基板 P 上に供給しても円滑に液浸領域 A R 2 を形成することができる。

また、液体 1 が膜部材 S P に対して親液性（親水性）である場合、液体 1 は基板 P（膜部材 S P）上で濡れ拡がりやすいので、液体回収機構 3 0 は基板 P（膜部材 S P）上の液体 1 を回収しづらくなる可能性がある。そこで、液体回収口 3 1 A、3 2 A を大きくして広い範囲で液体 1 を回収することで、基板 P 上の液体 1 を円滑に回収することができる。

以上説明したように、膜部材 S P に対する液体 1 の接触角（親和性）に対応する最適な液浸条件（供給・回収量、供給・回収位置等）を予め求め、この最適な液浸条件に関する情報を記憶装置 M R Y に記憶しておくことにより、制御装置 C O N T は、入力装置 6 0 を介して入力された露光処理されるべき基板 P の膜部材 S P に関する情報（液体 1 に関する膜部材 S P の接触角情報）に基づいて、複数記憶されている液浸条件の中から最適な液浸条件を選択して決定し、この選択した液浸条件に基づいて、上述したように、最適な液体供給・回収量や液体供給・回収位置を設定する。この状態で、制御装置 C O N T は、基板 P に対して液浸露光を行う。

液浸露光処理は、以下のように行われる。制御装置 C O N T は、基板搬送系を

使って基板Pを基板ステージPSTにロードした後、液体供給機構10を駆動して基板P上に対する液体供給動作を開始する。液浸領域AR2を形成するために液体供給機構10の第1及び第2液体供給部11、12からそれぞれ送出された液体1は、第1及び第2配管系15、16を流通した後、第1及び第2供給部材13、14を介して基板P上に供給され、投影光学系PLと基板Pとの間に液浸領域AR2を形成する。第1及び第2供給部材13、14の供給口13A、14Aは投影領域AR1のX軸方向（走査方向）両側に配置されている。制御装置CONTは、供給口13A、14Aから基板P上への液体1の供給を同時に行う。これにより、基板P上に供給された液体1は、少なくとも投影領域AR1より広い範囲の液浸領域AR2を基板P上に形成する。

本実施形態において、投影領域AR1の走査方向両側から基板Pに対して液体1を供給する際、制御装置CONTは液体供給機構10の第1及び第2液体供給部11、12の液体供給動作を制御し、走査方向に関して投影領域AR1の手前から供給する単位時間当たりの液体供給量を、その反対側から供給する液体供給量よりも多く設定する。例えば、基板Pを+X方向に移動しつつ露光処理する場合、制御装置CONTは投影領域AR1に対して-X側（即ち、供給口13A）からの液体量を+X側（即ち、供給口14A）からの液体量より多くなるよう設定する。一方、基板Pを-X方向に移動しつつ露光処理する場合、投影領域AR1に対して+X側からの液体量を-X側からの液体量より多くなるよう設定する。

また、制御装置CONTは、液体回収機構30の第1及び第2液体回収部33、34を制御し、液体供給機構10による液体1の供給動作と並行して基板P上の液体回収動作を行う。これにより、第1及び第2供給部材13、14の供給口13A、14Aから投影領域AR1の外側に流れる基板P上の液体1は、第1及び第2回収部材33、34の回収口31A、32Aより回収される。このように、液体回収機構30は、投影領域AR1を取り囲むように設けられている回収口31A、32Aにより基板P上の液体1の回収を行う。

ここで、制御装置CONTは、基板Pの移動条件も考慮して、液浸条件を選択し決定することができる。例えば、基板Pを移動しながら走査露光する場合、基板Pの膜部材SPが液体1に対して親液性を有している場合には、液体1を走査方向の一方の側からのみ供給することによっても、液体1が基板P上で良好に濡れ拡がって、液浸領域AR2を円滑に形成することができる。例えば、基板Pを+X方向に移動しながら液浸露光する際、液体供給機構10は第1供給部材13から液体1を供給し、第2供給部材14からの液体供給を停止する、あるいは、第2供給部材14からの液体供給量を第1供給部材13からの液体供給量より少なくすることができる。一方、基板Pの膜部材SPが液体1に対して撥液性を有している場合には、液体1を走査方向両側から供給することで、液浸領域AR2を円滑に形成することができる。

また、制御装置CONTは、基板PのX軸方向（走査方向）に関する速度または加速度に応じて、液浸条件を決定する。例えば、基板Pの走査速度（あるいは加速度）が高速であれば、制御装置CONTは基板Pに対する液体供給量を増大するとともに、基板P上の液体回収力を増大する。一方、基板Pの走査速度（あるいは加速度）が比較的低速であれば、制御装置CONTは基板Pに対する液体供給量を減少し、基板P上の液体回収力を低減しても、液浸領域AR2を円滑に形成することができる。

また、基板Pの走査速度（あるいは加速度）が高速化することによる、液体1の剥離が生じやすくなるので、液体供給機構10は単位時間当たりの液体供給量を多くするとともに、その供給位置を投影光学系PLの投影領域AR1より離れた位置に設定して液浸領域AR2を大きくする。これにより、液体1の剥離の発生を抑えることができる。同様に、基板Pの走査速度（あるいは加速度）が高速化するに従い、基板P上の液体1を回収しづらくなるので、液体回収機構30による液体回収力を増大するとともに、この回収位置を投影光学系PLの投影領域AR1から離れた位置に設定して、液体1の流れの勢い低減された位置で液体1を回収することによって、液体1を円滑に回収することができる。

更に、制御装置CONTは、基板Pの走査方向（X軸方向）及びステップ移動方向（Y軸方向）を含む基板Pの移動方向に応じて、液浸条件を決定する。例えば、基板PがY軸方向にステップ移動する際には、液体供給機構10による液体回収動作を停止、あるいは走査露光時に比べて液体供給量を低減する。あるいは、制御装置CONTは、投影領域AR1を囲むように配置された複数の回収部材31、32のうち、投影領域AR1に対してY方向側に配置された回収部材31、32からの液体回収量を多くするような制御が可能である。

また、制御装置CONTは、膜部材SPに応じて、液浸条件の1つである液体供給口13A、14Aの形状や、液体回収口31A、32Aの形状を変えることもできる。本実施形態では、シャッタ部材42を駆動することで供給口あるいは回収口を、幅の広いスリット形状（略正方形）と幅の狭いスリット形状（長方形）との間で変更可能であるが、例えば、供給口及び回収口の形状を膜部材SPに応じて、円形状や楕円形状、あるいは多角形状にする等、種々の形状を選択し決定してもよい。

ところで、上述したように、本実施形態の露光装置EXは、第1の液体である純水と、第2の液体であるフッ素系オイルとを切り替えて基板P上に供給可能である。制御装置CONTは、露光処理されるべき基板Pの膜部材SPに応じて、基板P上に供給する液体1を変える。例えば、膜部材SPが、アミン系物質等の純水に溶解しやすいものである場合、液浸露光用の液体1としてフッ素系オイルを使うことが好ましい。入力装置60を介して膜部材SPに関する情報が入力された後、制御装置CONTは液体供給機構10を制御して基板Pに供給する液体1を選択する。次いで、制御装置CONTは、使用する液体1に応じて液浸条件を決定する。

記憶装置MRYには、予めこの膜部材SPと液体（第2の液体）1との親和性と、その親和性に対応する液浸条件との関係も記憶されている。制御装置CON

Tは、露光処理されるべき基板P（膜部材SP）に応じて、液体供給・回収量や液体供給・回収位置を含む液浸条件を決定する。

前述の膜部材SPに応じて基板P上に供給する液体1を変更する場合には、膜部材SPとその膜部材SPに好適な液体種の組合わせ並びにその組合わせを用いる場合の液浸条件を記憶装置MRYに保存しておくことができる。こうすることで、露光装置のオペレータが膜部材SPを選定（入力）すれば、液体種を含めた液浸条件が自動的に決定されることになる。すなわち、液体種の選定は液浸条件の一つと見ることもできる。なお、膜部材SPとしては、フォトレジストの材料、製造主、品番などを記憶させておくことができる。

また、基板P上に供給する液体1の材料特性によって液浸条件を変えてもよい。例えば、液体1が揮発しやすい液体である場合には、単位時間当たりの液体供給量を多くする。これにより、揮発しやすい液体1であっても、液浸領域AR2を円滑に形成できる。また、揮発しやすい液体1を用いた場合、揮発することによって基板Pから除去されるので、例えば、液体回収力を低減することもできる。つまり、制御装置CONTは、基板P上に供給される液体1の材料特性のうちの揮発性に応じて液浸条件を調整することができる。

また、基板P上に供給する液体1の粘性が高い場合には、例えば、基板Pに対する基板ホルダによる基板保持力を大きくする等、制御装置CONTは、液体1の材料特性のうちの粘性に応じて液浸露光条件を調整することができる。つまり、液体1の粘性が高いと、走査露光した際に液体1の粘性により基板Pが液体1に引っ張られ、露光中に基板ホルダに対する基板Pの位置がずれてしまう可能性がある。本実施形態において、制御装置CONTは、液体1の粘性に応じて基板ホルダによる基板Pの保持力を調整することができる。具体的には、基板ホルダが真空吸着孔を介して基板Pを真空吸着保持する構造である場合には、制御装置CONTによる基板Pに対する真空吸着力を増大する。一方、液体1の粘性が低い場合には、走査露光中に基板Pの位置がずれる可能性が低くなるので、基板Pの

反りを考慮して、制御装置CONTによる基板Pに対する真空吸着力を低減する制御が可能である。

更に、液体1が変更されることにより液体1の比熱も変わるため、例えば、露光光ELの光量を調整したり、あるいは、液体1の温度変化に伴う液体1の屈折率変化を考慮して、基板Pのフォーカス位置及び傾斜を制御することができる。例えば、フォーカス検出系4によるフォーカス位置検出結果を補正する制御も可能である。また液体1と膜部材SPとの親和性（接触角）が変わることにより、液体1が基板Pに及ぼす圧力も変わるため、液体1が基板Pに及ぼす圧力変化も考慮して、基板Pのフォーカス位置及び傾斜を制御することもできる。

また、液体1を変更することにより、投影光学系PL及び液体1を介した像の結像特性が変化することが考えられる。この場合、制御装置CONTは、記憶装置MRYに予め記憶されている液体1の材料特性及び光学特性に基づいて結像特性制御装置3を駆動することで、液体1を変更したことによる結像特性の変化を補正することができる。更に、制御装置CONTは、基板ステージPSTのZ軸方向の位置や θX 、 θY 方向の姿勢を調整することで、液体1の変更に伴って変化した像面位置に基板Pの表面を合わせ込むこともできる。

記憶装置MRYに記憶されているマップデータは随時更新することができる。さらに異なる種類の膜部材SPを有する基板Pを露光するときや、新たな種類の液体1を使うときには、この新たな膜部材SPや液体1についての例えば実験を行ってマップデータを作成し、記憶装置MRYに記憶されているマップデータを更新すればよい。また、マップデータの更新は、例えばインターネットを含む通信装置を介して、露光装置EX（記憶装置MRY）に対して遠隔地より行うことも可能である。

なお、上述の実施形態においては、液体供給機構10は、膜部材SPに応じて2種類の液体を供給可能であるが、1種類の液体だけを供給する構成であっても

よいし、3種類以上の液体を供給できるようにしてもよい。また上述の実施形態においては、膜部材S Pと液体1との親和性と、その親和性に対応する液浸条件との関係を記憶装置M R Yに記憶しているが、使用する膜部材S Pの種類及び使用する液体1の種類が予め分っている場合には、膜部材S Pと液浸条件との関係を記憶装置M R Yに記憶しておき、オペレータなどによって選択（入力）された膜部材S Pの情報から直ちに液浸条件が決定されるようにしてもよい。

また、本実施形態においては、膜部材S Pと液体1との接触角（親和性）に応じて液浸条件を決定する場合に、基板Pの移動条件（例えば、走査露光における基板Pの速度若しくは加速度またはその両方）を考慮しているが、膜部材S Pと液体1との接触角（親和性）に基づいて、基板Pの移動条件（例えば、走査露光における基板Pの速度若しくは加速度またはその両方）を決定するようにしてもよい。例えば、膜部材S Pの液体1に対する親和性が比較的高い場合には、走査露光における基板Pの速度や加速度を大きくする。膜部材S Pと液体1との親和性が比較的高い場合には、液体1が基板P上で濡れ拡がりやすいため、基板Pの速度や加速度を大きくしても液浸領域A R 2を円滑に形成することができる。逆に、膜部材S Pの液体1に対する親和性が比較的低い場合には、液体1が基板P上で濡れ拡がりにくいため、基板Pの速度や加速度を大きくしすぎると液体1の剥離等が生じて、投影光学系P Lと基板Pとの間を液体1で十分に満たせない可能性がある。膜部材S Pの液体1に対する親和性が比較的低い場合に、走査露光における基板Pの速度や加速度を小さくする。また、膜部材S Pに応じて決定された液浸条件に基づいて基板Pの移動条件を決定することもできる。例えば、膜部材S Pに応じて決定された液体回収機構30の液体回収力が小さい場合には、基板Pの走査速度や加速を小さくすることによって、液体1の剥離や漏洩を防止することができる。

また、本実施形態では、膜部材S Pと液体1との接触角（親和性）を予め実験等により求めておき、この求めた接触角に対応する液浸条件を記憶装置M R Yに記憶しておく構成であるが、露光処理前に基板P上の液体接触面に形成される膜

部材SPと液体1との親和性を露光装置EXに設けられた計測装置で計測し、この計測結果に基づいて液浸条件を決定するようにしてもよい。

図6は、膜部材SPと液体1との親和性を計測する計測装置70を示す模式図である。本実施形態において、計測装置70は基板Pの搬送経路上に設けられている。図6(a)において、計測装置70は、基板搬送系の一部を構成するローダ用ハンド71と、ローダ用ハンド71に保持されている基板P上に液体1の液滴を滴下可能な滴下部72と、液体1の液滴を検知可能な検知部73とを備えている。ローダ用ハンド71は、露光処理されるべき基板Pを基板ステージPSTにロードする。ローダ用ハンド71は、ローダ用ハンド71を軸方向に回転するための回転駆動部74を有しており、基板Pを保持した状態で回転可能となっている。この回転駆動部74の駆動は、制御装置CONTに制御される。検知部73は、液滴の検知信号を制御装置CONTに出力する。

膜部材SPと液体1との親和性（接触角）を計測する際には、ローダ用ハンド71が基板Pを水平に保持した状態で、基板Pの膜部材SPに対して滴下部72より液体1の液滴が滴下される。液体1の液滴が基板Pの膜部材SP上に配置されたら、ローダ用ハンド71を図6(a)中の矢印rで示す方向に回転することにより、保持した基板Pを傾斜させる。基板Pを傾斜させるにしたがって、図6(b)に示すように、液体1が基板P（膜部材SP）表面から転がるように落下する。落下した液体1は検知部73に検知される。その検知信号は制御装置CONTに出力され、制御装置CONTは、このときの基板Pの傾斜角度（転落角） θ を、回転駆動部74の駆動量より求める。転落角 θ は、基板Pを水平面に対して傾けたときに基板Pの膜部材SP表面の液体1の液滴が転がり落ちる角度である。この転落角 θ は、膜部材SPに対する液体1の接触角に対応する。例えば、転落角 θ が小さい場合には、膜部材SPは液体1に対して撥液性を有し、その接触角は大きい。従って、転落角 θ を求めることにより、膜部材SPに対する液体1の接触角を求めることができる。制御装置CONTは、計測装置70で計測した接触角に基づいて液浸条件を設定し、ローダ用ハンド71で基板ステージPS

T上にロードされた基板Pに対して液浸露光を行う。

なお、本実施形態では、図3を参照して説明したように、供給部材13、14及び回収部材31、32のそれぞれにスライド機構を設け、スライド機構を駆動することで液体供給位置及び液体回収位置の変更を行っているが、図7に示すように、供給部材及び回収部材の一部をフレキシブルチューブ80で構成し、このチューブ80を曲げることで、図7(a)及び(b)に示すように、その供給位置及び回収位置を変更するようにしてもよい。

なお、上記実施形態における露光装置EXは、液体1として純水とフッ素系オイルとを切り替えて使用可能であるが、純水は、半導体製造工場等で容易に大量に入手できるとともに、基板P上のフォトリソストや光学素子(レンズ)等に対する悪影響がない利点がある。また、純水は環境に対する悪影響がないとともに、不純物の含有量が極めて低いため、基板Pの表面及び投影光学系PLの先端面に設けられている光学素子の表面を洗浄する作用も期待できる。

そして、波長が193nm程度の露光光ELに対する純水(水)の屈折率nは略1.44程度と言われており、露光光ELの光源としてArFエキシマレーザー光(波長193nm)を用いた場合、基板P上では $1/n$ 、即ち、約134nm程度に短波長化されて高い解像度が得られる。更に、焦点深度は空気中に比べて約n倍、即ち、約1.44倍程度に拡大されるため、空気中で使用する場合と同程度の焦点深度が確保できればよい場合には、投影光学系PLの開口数をより増加させることができ、この点でも解像度が向上する。

本実施形態では、投影光学系PLの先端に光学素子2が取り付けられており、このレンズにより投影光学系PLの光学特性、例えば収差(球面収差、コマ収差等)の調整を行うことができる。なお、投影光学系PLの先端に取り付ける光学素子としては、投影光学系PLの光学特性の調整に用いる光学プレートであってもよい。あるいは露光光ELを透過可能な平行平板であってもよい。液体1と

接触する光学素子を、レンズより安価な平行平板とすることにより、露光装置 EX の運搬、組立、調整時等において投影光学系 PL の透過率、基板 P 上での露光光 EL の照度、及び照度分布の均一性を低下させる物質（例えばシリコン系有機物等）がその平行平板に付着しても、液体 1 を供給する直前にその平行平板を交換するだけでよく、液体 1 と接触する光学素子をレンズとする場合に比べてその交換コストが低くなるという利点がある。即ち、露光光 EL の照射によりレジストから発生する飛散粒子、または液体 1 中の不純物の付着などに起因して液体 1 に接触する光学素子の表面が汚れるため、その光学素子を定期的に交換する必要があるが、この光学素子を安価な平行平板とすることにより、レンズに比べて交換部品のコストが低く、且つ交換に要する時間を短くすることができ、メンテナンスコスト（ランニングコスト）の上昇やスループットの低下を抑えることができる。

なお、液体 1 の流れによって生じる投影光学系 PL の先端の光学素子と基板 P との間の圧力が大きい場合には、その光学素子を交換可能とするのではなく、その圧力によって光学素子が動かないように堅固に固定してもよい。

なお、本実施形態では、投影光学系 PL と基板 P 表面との間は液体 1 で満たされている構成であるが、例えば基板 P の表面に平行平板からなるカバーガラスを取り付けた状態で液体 1 を満たす構成であってもよい。

一方、例えば、露光光 EL の光源が F_2 レーザである場合、この F_2 レーザ光は水を透過しないので、液体 1 としては F_2 レーザ光を透過可能な上記フッ素系オイル等のフッ素系流体であることが好ましい。この場合、液体 1 と接触する部分には、例えばフッ素を含む極性の小さい分子構造の物質で薄膜を形成することで親液化処理する。また、液体 1 としては、その他にも、露光光 EL に対する透過性があるだけ屈折率が高く、投影光学系 PL や基板 P 表面に塗布されているフォトレジストに対して安定なもの（例えばセダー油）を用いることも可能である。この場合も、用いる液体 1 の極性に応じて表面処理が行われる。

なお、上記各実施形態の基板Pとしては、半導体デバイス製造用の半導体ウエハのみならず、ディスプレイデバイス用のガラス基板や、薄膜磁気ヘッド用のセラミックウエハ、あるいは露光装置で用いられるマスクまたはレチクルの原版(合成石英、シリコンウエハ)等が適用される。

露光装置EXとしては、マスクMと基板Pとを同期移動してマスクMのパターンを走査露光するステップ・アンド・スキャン方式の走査型露光装置(スキニングステッパ)の他に、マスクMと基板Pとを静止した状態でマスクMのパターンを一括露光し、基板Pを順次ステップ移動させるステップ・アンド・リピート方式の投影露光装置(ステッパ)にも適用することができる。また、本発明は基板P上で少なくとも2つのパターンを部分的に重ねて転写するステップ・アンド・スティッチ方式の露光装置にも適用できる。

また、本発明は、ツインステージ型の露光装置にも適用できる。ツインステージ型の露光装置の構造及び露光動作は、例えば特開平10-163099号及び特開平10-214783号(対応米国特許6,341,007、6,400,441、6,549,269及び6,590,634)、特表2000-505958号(対応米国特許5,969,441)あるいは米国特許6,208,407に開示されており、本国際出願で指定または選択された国の法令で許容される限りにおいて、それらの開示を援用して本文の記載の一部とする。

露光装置EXの種類としては、基板Pに半導体素子パターンを露光する半導体素子製造用の露光装置に限られず、液晶表示素子製造用又はディスプレイ製造用の露光装置や、薄膜磁気ヘッド、撮像素子(CCD)あるいはレチクル又はマスクなどを製造するための露光装置などにも広く適用できる。

基板ステージPSTやマスクステージMSTにリニアモータを用いる場合は、エアベアリングを用いたエア浮上型およびローレンツ力またはリアクタンス力を

用いた磁気浮上型のどちらを用いてもよい。また、各ステージPST、MSTは、ガイドに沿って移動するタイプでもよく、ガイドを設けないガイドレスタイプであってもよい。ステージにリニアモータを用いた例は、米国特許5,623,853及び5,528,118に開示されており、それらの開示を、本国際出願で指定または選択された国の法令で許容される限りにおいて、本文の記載の一部として援用する。

各ステージPST、MSTの駆動機構としては、二次元に磁石を配置した磁石ユニットと、二次元にコイルを配置した電機子ユニットとを対向させ電磁力により各ステージPST、MSTを駆動する平面モータを用いてもよい。この場合、磁石ユニットと電機子ユニットとのいずれか一方をステージPST、MSTに接続し、磁石ユニットと電機子ユニットとの他方をステージPST、MSTの移動面側に設ければよい。

基板ステージPSTの移動により発生する反力は、投影光学系PLに伝わらないように、フレーム部材を用いて機械的に床（大地）に逃がしてもよい。この反力の処理方法は、例えば、米国特許5,528,118（特開平8-166475号公報）に詳細に開示されており、これらの開示を、本国際出願で指定または選択された国の法令で許容される限りにおいて、本文の記載の一部として援用する。

マスクステージMSTの移動により発生する反力は、投影光学系PLに伝わらないように、フレーム部材を用いて機械的に床（大地）に逃がしてもよい。この反力の処理方法は、例えば、米国特許5,874,820（特開平8-330224号公報）に詳細に開示されており、本国際出願で指定または選択された国の法令で許容される限りにおいて、本文の記載の一部とする。

以上のように、本願実施形態の露光装置EXは、本願特許請求の範囲に挙げられた各構成要素を含む各種サブシステムを、所定の機械的精度、電気的精度、光学的精度を保つように、組み立てることで製造される。これら各種精度を確保す

るために、この組み立ての前後には、各種光学系については光学的精度を達成するための調整、各種機械系については機械的精度を達成するための調整、各種電気系については電気的精度を達成するための調整が行われる。各種サブシステムから露光装置への組み立て工程は、各種サブシステム相互の、機械的接続、電気回路の配線接続、気圧回路の配管接続等が含まれる。この各種サブシステムから露光装置への組み立て工程の前に、各サブシステム個々の組み立て工程があることはいうまでもない。各種サブシステムの露光装置への組み立て工程が終了したら、総合調整が行われ、露光装置全体としての各種精度が確保される。なお、露光装置の製造は温度およびクリーン度等が管理されたクリーンルームで行うことが望ましい。

半導体デバイス等のマイクロデバイスは、図8に示すように、マイクロデバイスの機能・性能設計を行うステップ201、この設計ステップに基づいたマスク（レチクル）を製作するステップ202、デバイスの基材である基板を製造するステップ203、前述した実施形態の露光装置EXによりマスクのパターンを基板に露光する露光処理ステップ204、デバイス組み立てステップ（ダイシング工程、ボンディング工程、パッケージ工程を含む）205、検査ステップ206等を経て製造される。

産業上の利用可能性

本発明によれば、基板上の液体接触面に形成される膜部材に応じて、基板に対して行われる液浸条件を決定することで、異なる種類の膜部材が設けられた複数の基板に対して円滑に液浸露光処理を行うことができ、高い汎用性を持たせることができる。特に、本発明は、半導体デバイスや液晶表示デバイスなどの種々の異なる対象物を露光処理する生産ラインにおいて、液浸条件を迅速に切り換えて高集積化されたデバイスを高いスループットで生産することに貢献する。

請求の範囲

1. 液体を介してパターンの像を基板上に投影することにより基板を露光する露光方法であって、

基板の液体接触面に形成される膜部材に応じて、基板の液浸条件を決定することと；

決定した液浸条件で基板を露光することを含む露光方法。

2. 前記液浸条件を、前記膜部材の前記液体との親和性に応じて決定する請求項 1 に記載の露光方法。

3. 前記親和性は、前記膜部材に対する前記液体の接触角により定められる請求項 2 に記載の露光方法。

4. 前記液浸条件は、前記液体の前記基板上への供給条件を含む請求項 1 に記載の露光方法。

5. 前記供給条件は、前記液体の供給位置を含む請求項 4 に記載の露光方法。

6. 前記液体の供給位置の前記投影光学系の投影領域に対する距離を前記膜部材に応じて調整する請求項 5 に記載の露光方法。

7. 前記液浸条件は、前記液体の供給量を含む請求項 4 に記載の露光方法。

8. 前記液浸条件は、液浸露光用の液体の前記基板上からの回収条件を含む請求項 1 に記載の露光方法。

9. 前記液浸条件は、前記液体の回収位置を含む請求項 8 に記載の露光方法。

10. 前記液体の回収位置の前記投影光学系の投影領域に対する距離を前記膜部材に応じて調整する請求項9に記載の露光方法。
11. 前記液浸条件は、前記液体の回収力の調整を含む請求項8に記載の露光方法。
12. 前記液浸条件は、前記基板上に供給される液体の種類を含む請求項1に記載の露光方法。
13. 前記親和性に応じて、前記基板の露光条件を決定する請求項2に記載の露光方法。
14. 前記基板の露光条件は、前記基板の移動条件を含む請求項13に記載の露光方法。
15. さらに、前記露光の際に基板を所定の走査露光条件の下で所定の走査方向に移動することと、前記膜部材の前記液体との親和性に応じて前記走査露光条件を決定することを含む請求項13に記載の露光方法。
16. 前記親和性に応じて、前記走査方向の基板の移動の速度を決定する請求項15に記載の露光方法。
17. 前記液浸条件の決定する際に、前記基板の移動条件を考慮する請求項1に記載の露光方法。
18. 前記露光は、前記基板上の一部に形成された液浸領域において行われる請求項1に記載の露光方法。
19. 前記液浸条件の決定に先立って、前記基板上に形成されている膜部材を

特定する請求項 1 に記載の露光方法。

20. 請求項 1 に記載の露光方法を用いるデバイス製造方法。

21. 液体を介してパターンの像を基板上に投影することにより前記基板を露光する露光装置であって、

パターンの像を基板上に投影する投影光学系と；

前記液体を供給する液体供給機構とを備え；

前記液体供給機構は、前記基板上の液体接触面に形成される膜部材に応じて供給する液体を変える露光装置。

22. 前記液体供給機構は、複数種の液浸露光用の液体を選択的に使用するための複数の配管系を有する請求項 21 に記載の露光装置。

23. 前記液体供給機構から供給される液体に応じて液浸条件を調整する請求項 21 に記載の露光装置。

24. 前記膜部材と前記液体との親和性を計測する計測装置を有する請求項 21 に記載の露光装置。

25. 液体を介してパターンの像を基板上に投影することにより前記基板を露光する露光装置であって、

パターンの像を基板上に投影する投影光学系と；

前記基板上の液体接触面に形成される膜部材と前記液体との親和性を計測する計測装置と；を備える露光装置。

26. 前記膜部材と液体との親和性と、その親和性に対応する液浸条件との関係を複数記憶する記憶装置を備え、前記計測された親和性に応じて、前記記憶装置から液浸条件を選択する請求項 25 に記載の露光装置。

27. 液体を介してパターンの像を基板上に投影することにより前記基板を露光する露光装置であって、

パターンの像を基板上に投影する投影光学系と；

前記液体との親和性と、その親和性に対応する液浸条件との関係を複数記憶する記憶装置とを備え；

前記基板上の液体接触面に形成される膜部材に応じて、前記記憶装置から液浸条件が選択される露光装置。

28. 前記液浸条件は、液浸露光用の液体の前記基板上への供給条件を含む請求項26または27に記載の露光装置。

29. 前記供給条件は、前記液体の供給位置と供給量の少なくとも一方を含む請求項28記載の露光装置。

30. 前記液浸条件は、液浸露光用の液体の前記基板上からの回収条件を含む請求項26または27に記載の露光装置。

31. 前記回収条件は、前記液体の回収位置と回収量の少なくとも一方を含む請求項30に記載の露光装置。

32. 前記液浸条件は、前記基板上の複数のショット領域を露光するときの前記基板の移動条件を考慮して調整される請求項26または27に記載の露光装置。

33. 前記膜部材と前記液体との親和性に応じて、前記基板の露光条件を決定する請求項24又は25に記載の露光装置。

34. 前記基板は所定の走査方向に移動しながら走査露光され、前記露光条件

は走査露光条件を含む請求項 3 3 に記載の露光装置。

3 5. 前記走査露光条件は、前記走査露光中の基板の移動速度を含む請求項 3 4 に記載の露光装置。

3 6. 前記親和性は、前記膜部材に対する前記液体の接触角で定められる請求項 2 4、2 5 及び 2 7 のいずれか一項に記載の露光装置。

3 7. さらに制御装置を備え、制御装置は、前記親和性または膜部材に応じて前記記憶装置から液浸条件を選択する請求項 2 6 または 2 7 に記載の露光装置。

3 8. さらに、液体を基板上に供給する液体供給機構を備え、液体供給機構の液体供給口の位置、開口面積、開口形状及び供給方向の少なくとも一種が可変である請求項 2 5 または 2 7 に記載の露光装置。

3 9. 液体を介してパターンの像を基板上に投影することにより前記基板を露光する露光装置であって、

パターンの像を基板上に投影する投影光学系と；

前記基板上の液体接触面に形成可能な種々の膜部材とそれぞれの膜部材に適した液浸条件との関係を記憶する記憶装置と；を含む露光装置。

4 0. さらに、液浸露光に用いられる膜部材に応じて前記記憶装置から液浸条件を選択して液浸条件を設定する制御装置を備える請求項 3 9 に記載の露光装置。

4 1. 前記制御装置は、液体の物理的特性に応じて液浸条件を調整する請求項 4 0 に記載の露光装置。

4 2. 前記液浸条件は、液体を基板上に供給する条件、基板上から液体を回収

する条件及び基板上に供給する液体の種類少なくとも一種である請求項 39 に記載の露光装置。

43. 前記液体を前記基板上に供給するための液体供給機構を備え、前記供給条件は、前記液体供給機構の液体供給口の位置、開口面積、開口形状及び供給方向の少なくとも一種を含む請求項 42 に記載の露光装置。

44. 前記液体を前記基板上から回収するための液体回収機構を備え、前記回収条件は、前記液体回収機構の液体回収口の位置、開口面積及び開口形状の少なくとも一種を含む請求項 42 に記載の露光装置。

45. さらに、複数種の液体を基板上に選択的に供給する液体供給機構を備え、前記制御装置は、液浸露光に用いられる膜部材に応じて前記記憶装置から液体種を選択し、液体供給機構が当該選択した液体を基板上に供給するように液体供給機構を制御する請求項 40 に記載の露光装置。

46. 液体を介してパターンの像を基板上に投影することにより前記基板を露光する露光装置であって、

パターンの像を基板上に投影する投影光学系と；

前記液体を供給するための供給口を有する液体供給機構とを備え；

前記供給口の大きさ及び形状の少なくとも一方は変更可能である露光装置。

47. 前記液体を回収するための回収口を有する液体回収機構を備え、前記回収口の大きさ及び形状の少なくとも一方が変更可能である請求項 46 に記載の露光装置。

48. 液体を介してパターンの像を基板上に投影することにより前記基板を露

光する露光装置であって、

パターンの像を基板上に投影する投影光学系と；

前記液体を回収するための回収口を有する液体回収機構とを備え；

前記回収口の大きさ及び形状の少なくとも一方は変更可能である露光装置。

49. 請求項21、25、27、39、46及び48のいずれか一項に記載の露光装置を用いるデバイス製造方法。

Fig. 1

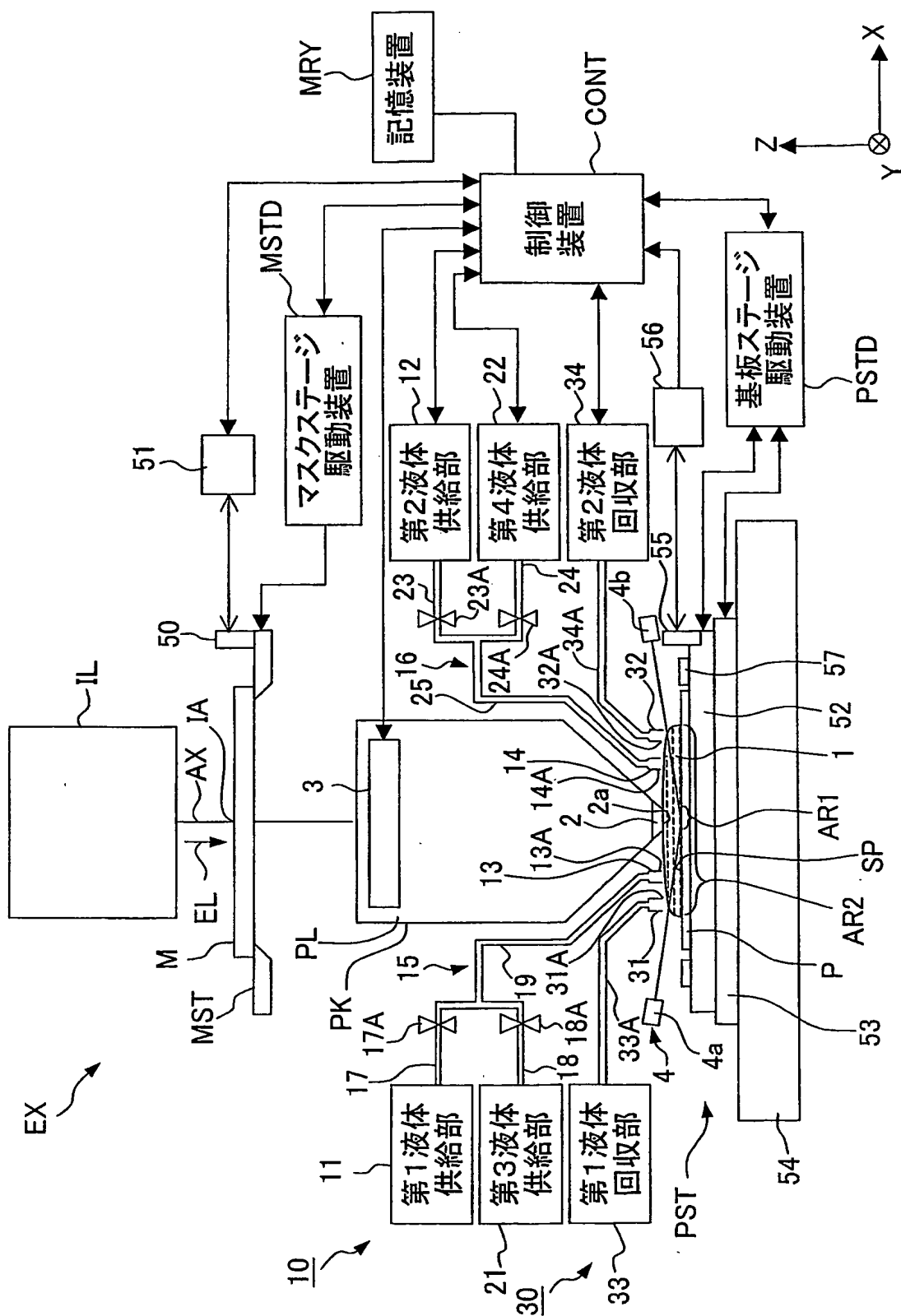


Fig. 2

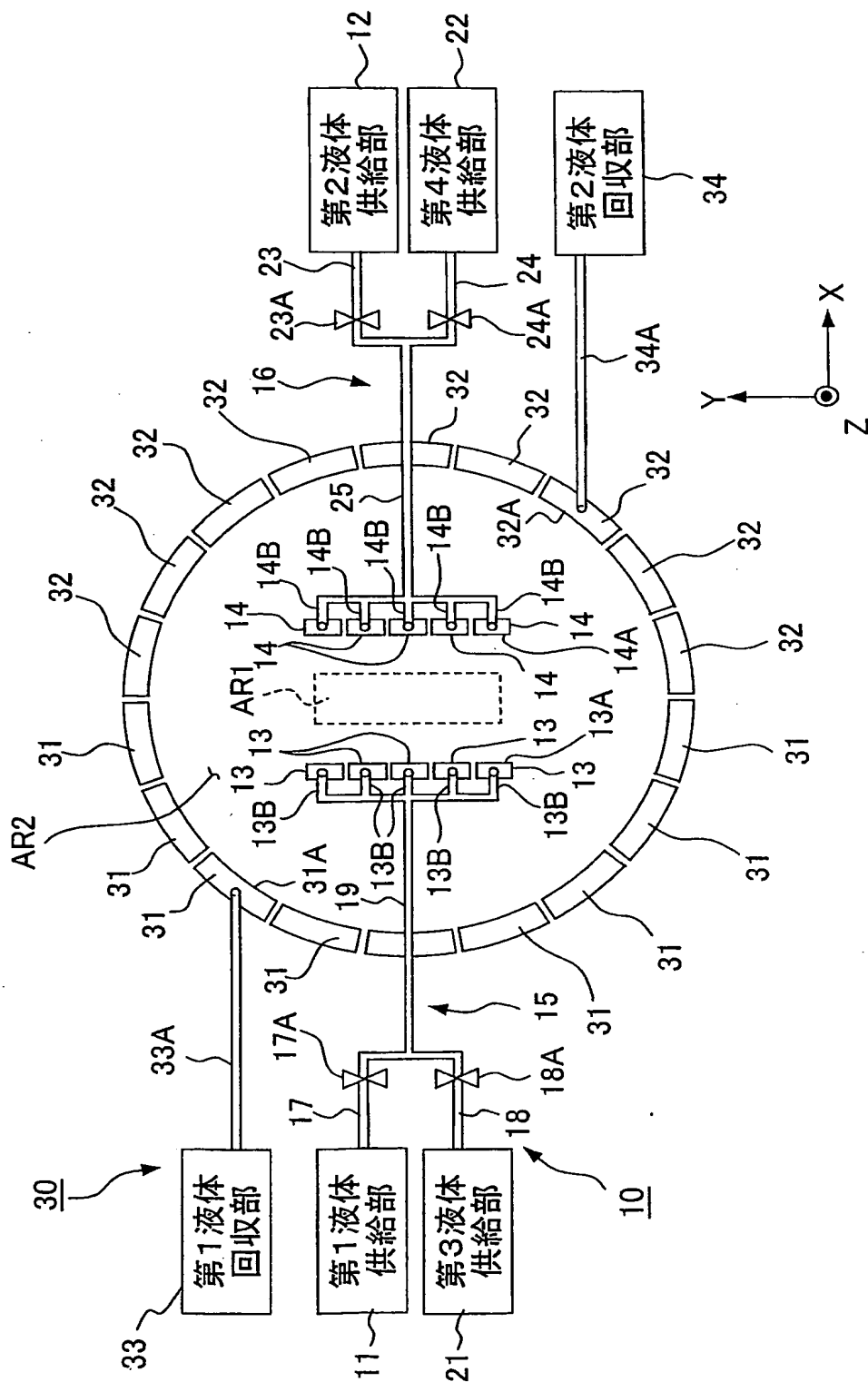
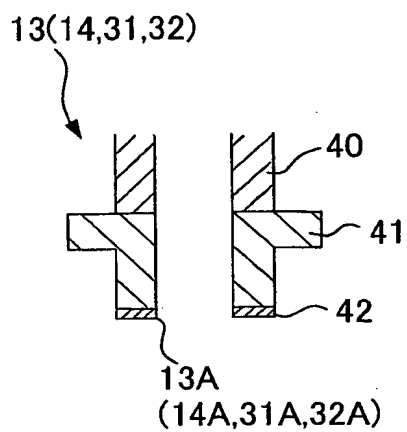
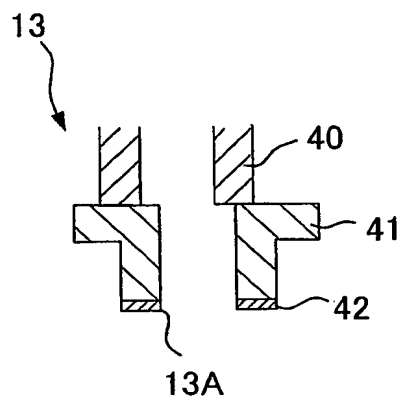


Fig. 3

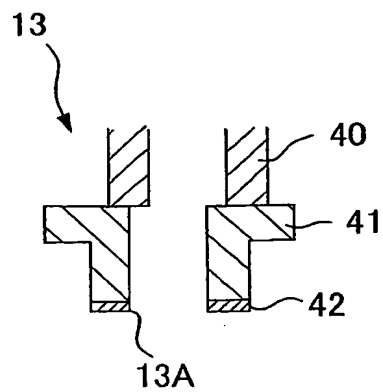
(a)



(b)



(c)



(d)

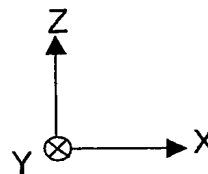
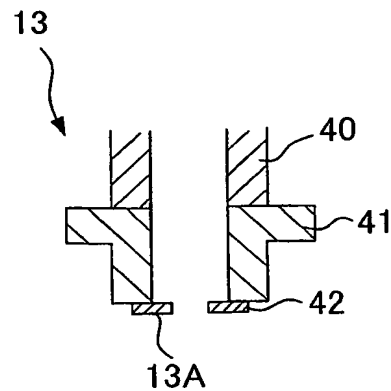
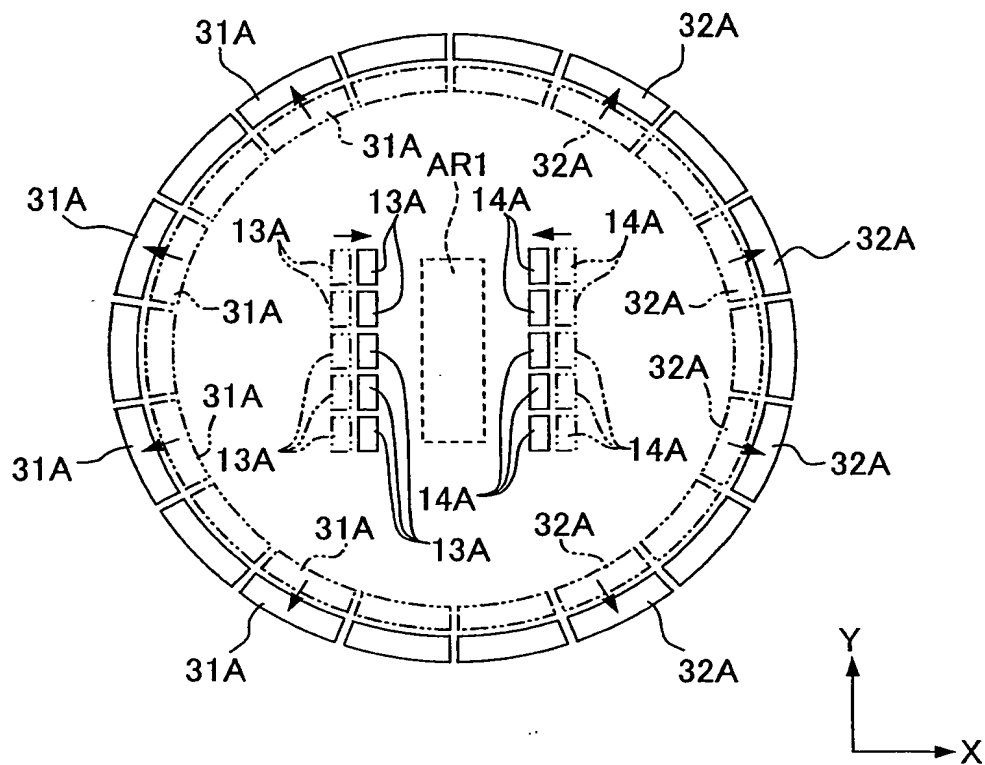


Fig. 4

(a)



(b)

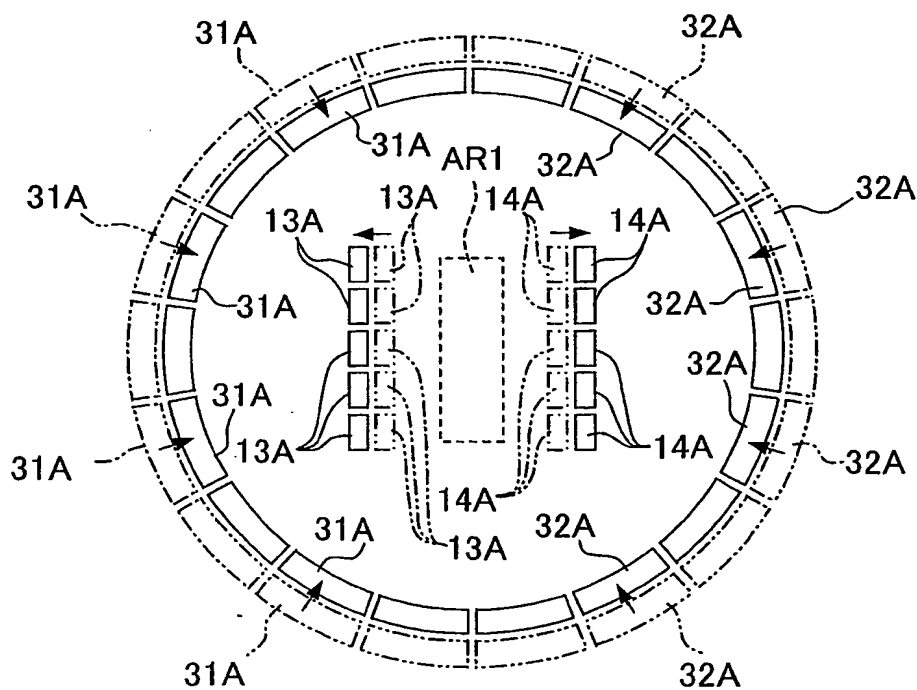


Fig. 5

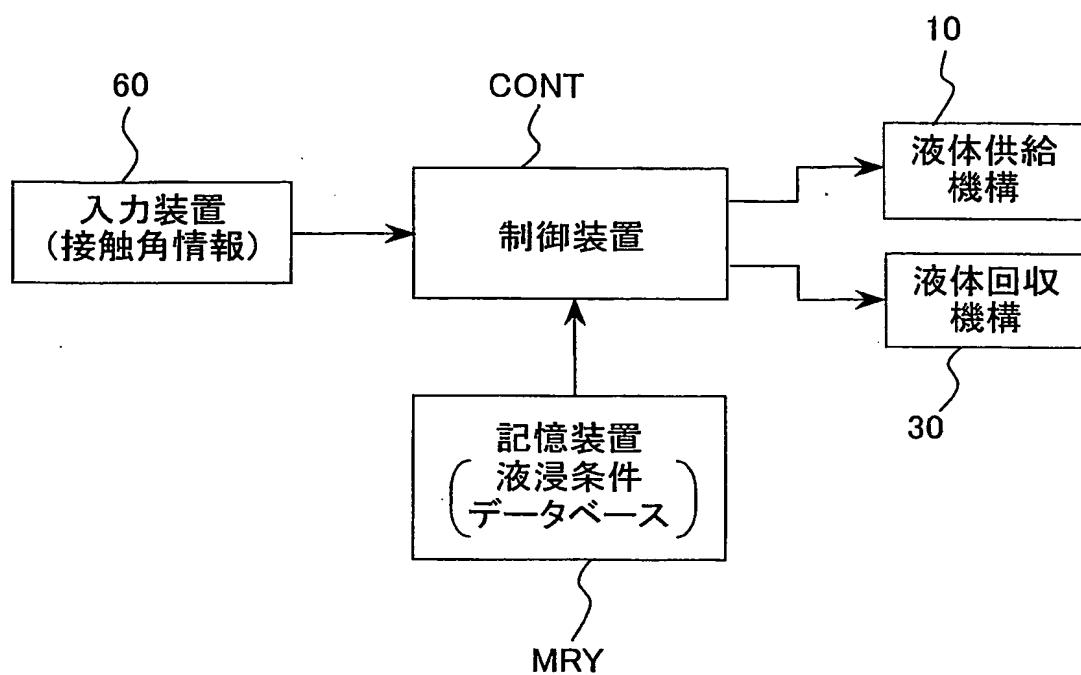
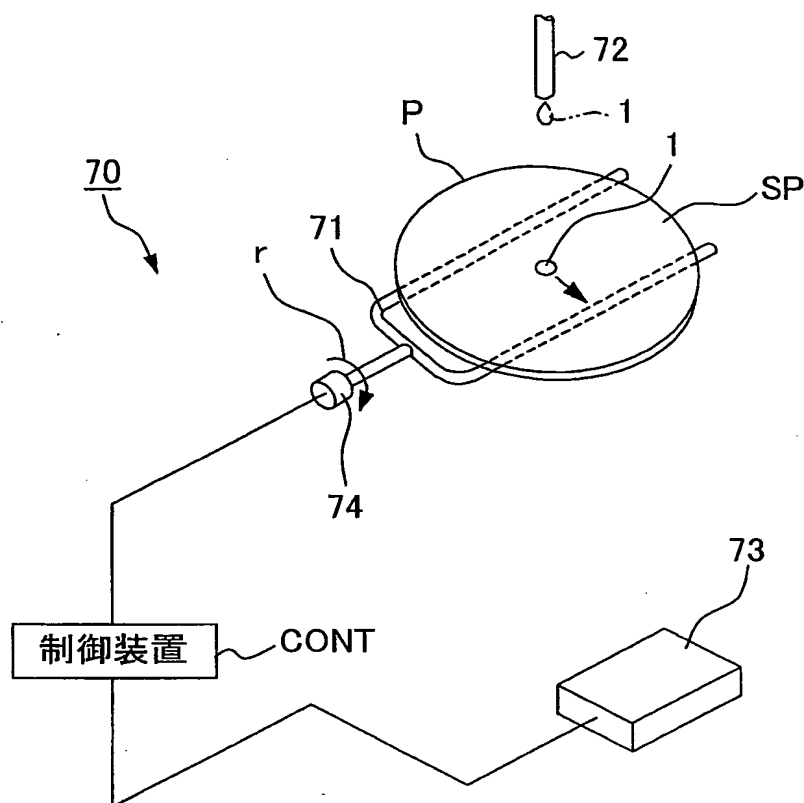


Fig. 6

(a)



(b)

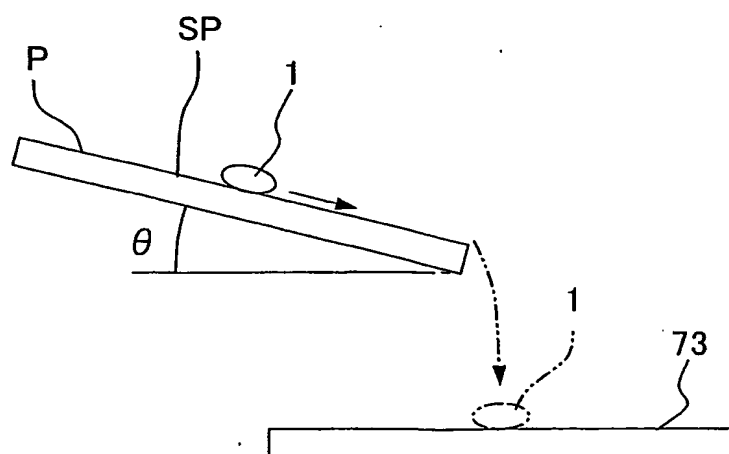
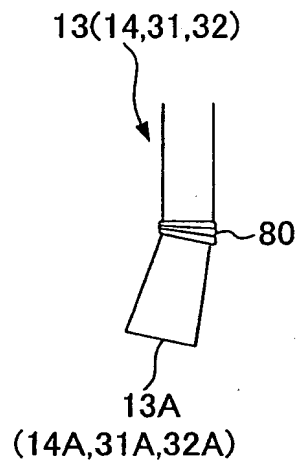


Fig. 7

(a)



(b)

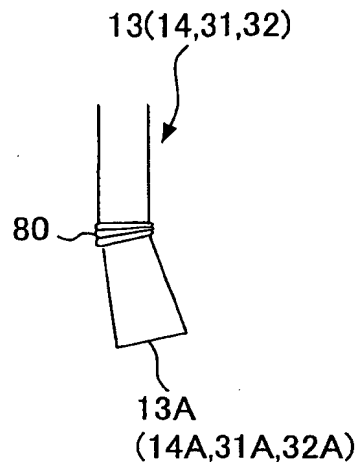
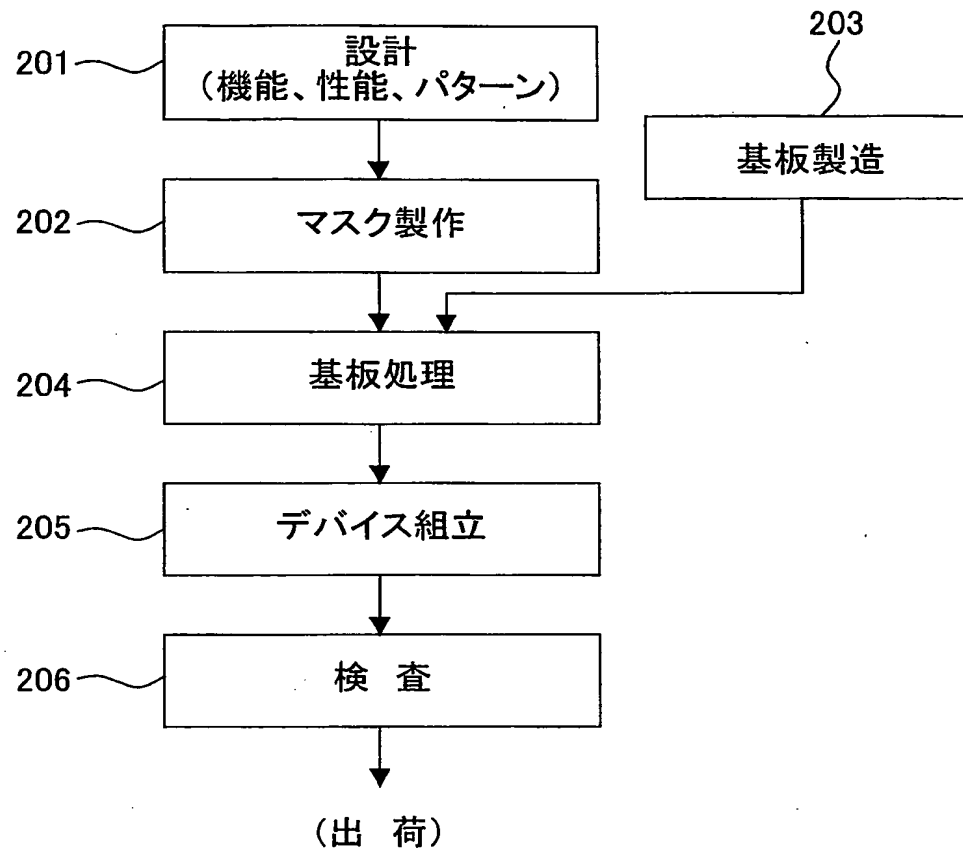


Fig. 8



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2004/007415

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl⁷ H01L21/027, G03F7/20

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int.Cl⁷ H01L21/027

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2004
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2004	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2004

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A X	WO 99/49504 A1 (Nikon Corp.), 30 September, 1999 (30.09.99), Full text (particularly, page 17, lines 14 to 29) & AU 9927479 A	1-45 46-49
A	JP 06-168866 A (Canon Inc.), 14 June, 1994 (14.06.94), Par. Nos. [0021], [0026] & EP 605103 A1 & US 5610683 A	1-45
A	JP 10-340846 A (Nikon Corp.), 22 December, 1998 (22.12.98), Full text (particularly, Par. No. [0011]) (Family: none)	12, 22, 42-45



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
30 August, 2004 (30.08.04)Date of mailing of the international search report
14 September, 2004 (14.09.04)Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2004/007415

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 10-041213 A (Matsushita Electric Industrial Co., Ltd.), 13 February, 1998 (13.02.98), Full text (particularly, Par. Nos. [0025] to [0027]) (Family: none)	1-45

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2004/007415

Box No. II Observations where certain claims were found unsearchable (Continuation of item 2 of first sheet)

This international search report has not been established in respect of certain claims under Article 17(2)(a) for the following reasons:

1. ☐ Claims Nos.:
because they relate to subject matter not required to be searched by this Authority, namely:

2. ☐ Claims Nos.:
because they relate to parts of the international application that do not comply with the prescribed requirements to such an extent that no meaningful international search can be carried out, specifically:

3. ☐ Claims Nos.:
because they are dependent claims and are not drafted in accordance with the second and third sentences of Rule 6.4(a).

Box No. III Observations where unity of invention is lacking (Continuation of item 3 of first sheet)

This International Searching Authority found multiple inventions in this international application, as follows:

The inventions of claims 1-45, 49 relate to an immersion exposure device characterized by preferable relationship between the film member of the surface in contact with the liquid and the immersion condition.

The inventions of claims 46-48 relate to an immersion exposure device characterized in that the liquid supply opening or the collection opening can be varied.

(Continued to extra sheet.)

1. ☒ As all required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers all searchable claims.
2. ☐ As all searchable claims could be searched without effort justifying an additional fee, this Authority did not invite payment of any additional fee.
3. ☐ As only some of the required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers only those claims for which fees were paid, specifically claims Nos.:

4. ☐ No required additional search fees were timely paid by the applicant. Consequently, this international search report is restricted to the invention first mentioned in the claims; it is covered by claims Nos.:

Remark on Protest

- ☐ The additional search fees were accompanied by the applicant's protest.
- ☒ No protest accompanied the payment of additional search fees.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2004/007415

Continuation of Box No.III of continuation of first sheet(2)

The immersion exposure device itself has been a known technique at the priority date of the present application as is disclosed, for example, in JP 10-340846 A, 22 December, 1998 (22.12.98).

Accordingly, the aforementioned two groups of inventions have no technical feature common to them.

Since there exists no other common feature which can be considered as a special technical feature within the meaning of PCT Rule 13.2, second sentence, no technical relationship within the meaning of PCT Rule 13 between the different inventions can be seen. Consequently, the inventions of claims 1-49 do not satisfy the requirement of unity of invention.

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC)) Int. Cl ⁷ H01L21/027, G03F7/20		
B. 調査を行った分野 調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC)) Int. Cl ⁷ H01L21/027		
最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの 日本国実用新案公報 1922-1996年 日本国公開実用新案公報 1971-2004年 日本国実用新案登録公報 1996-2004年 日本国登録実用新案公報 1994-2004年		
国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)		
C. 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
A	WO 99/49504 A1 (株式会社ニコン), 1999.09.30, 全文 (特に第17頁第14-29行), & AU 9927479 A	1-45
X		46-49
A	JP 06-168866 A (キャノン株式会社), 1994.06.14, [0021], [0026], & EP 605103 A1 & US 5610683 A	1-45
<input checked="" type="checkbox"/> C欄の続きにも文献が列挙されている。 <input type="checkbox"/> パテントファミリーに関する別紙を参照。		
* 引用文献のカテゴリー 「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの 「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの 「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す) 「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献 「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願日の後に公表された文献 「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの 「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの 「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの 「&」 同一パテントファミリー文献		
国際調査を完了した日 30.08.2004	国際調査報告の発送日 14.9.2004	
国際調査機関の名称及びあて先 日本国特許庁 (ISA/JP) 郵便番号100-8915 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号	特許庁審査官 (権限のある職員) 佐藤 秀樹	2M 3154
電話番号 03-3581-1101・内線 6480		

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
A	JP 10-340846 A (株式会社ニコン), 1998. 12. 22, 全文 (特に[0011]), (ファミリーなし)	12, 22, 42-45
A	JP 10-041213 A (松下電器産業株式会社), 1998. 02. 13, 全文 (特に[0025]-[0027]), (ファミリーなし)	1-45

第II欄 請求の範囲の一部の調査ができないときの意見 (第1ページの2の続き)

法第8条第3項 (PCT 17条(2)(a)) の規定により、この国際調査報告は次の理由により請求の範囲の一部について作成しなかった。

1. ☐ 請求の範囲 _____ は、この国際調査機関が調査をすることを要しない対象に係るものである。
つまり、
2. ☐ 請求の範囲 _____ は、有意義な国際調査をすることができる程度まで所定の要件を満たしていない国際出願の部分に係るものである。つまり、
3. ☐ 請求の範囲 _____ は、従属請求の範囲であってPCT規則6.4(a)の第2文及び第3文の規定に従って記載されていない。

第III欄 発明の単一性が欠如しているときの意見 (第1ページの3の続き)

次に述べるようにこの国際出願に二以上の発明があるとこの国際調査機関は認めた。

請求の範囲 1-45, 49に係る発明は、液体接触面の膜部材と液浸条件との関係を好適化することを特徴とする液浸露光装置に関するものである。

請求の範囲 46-48に係る発明は、液体供給口又は回収口が可変であることを特徴とする液浸露光装置に関するものである。

液浸露光装置自体は、例えば、JP 10-340846 A (1998. 12. 22)に記載されているように、本願の優先日において、公知の技術である。

従って、上記2つの発明群は、共通の事項を有するものとは認められない。

PCT規則13. 2の第2文の意味において特別な技術的特徴と考えられる他の共通の事項は存在しないので、それらの相違する発明の間にPCT規則13の意味における技術的な関連を見いだすことはできない。よって、請求の範囲 1-49に係る発明は発明の単一性の要件を満たしていない。

1. ☒ 出願人が必要な追加調査手数料をすべて期間内に納付したので、この国際調査報告は、すべての調査可能な請求の範囲について作成した。
2. ☐ 追加調査手数料を要求するまでもなく、すべての調査可能な請求の範囲について調査することができたので、追加調査手数料の納付を求めなかった。
3. ☐ 出願人が必要な追加調査手数料を一部のみしか期間内に納付しなかったので、この国際調査報告は、手数料の納付のあった次の請求の範囲のみについて作成した。
4. ☐ 出願人が必要な追加調査手数料を期間内に納付しなかったので、この国際調査報告は、請求の範囲の最初に記載されている発明に係る次の請求の範囲について作成した。

追加調査手数料の異議の申立てに関する注意

☐ 追加調査手数料の納付と共に出願人から異議申立てがあった。

☒ 追加調査手数料の納付と共に出願人から異議申立てがなかった。